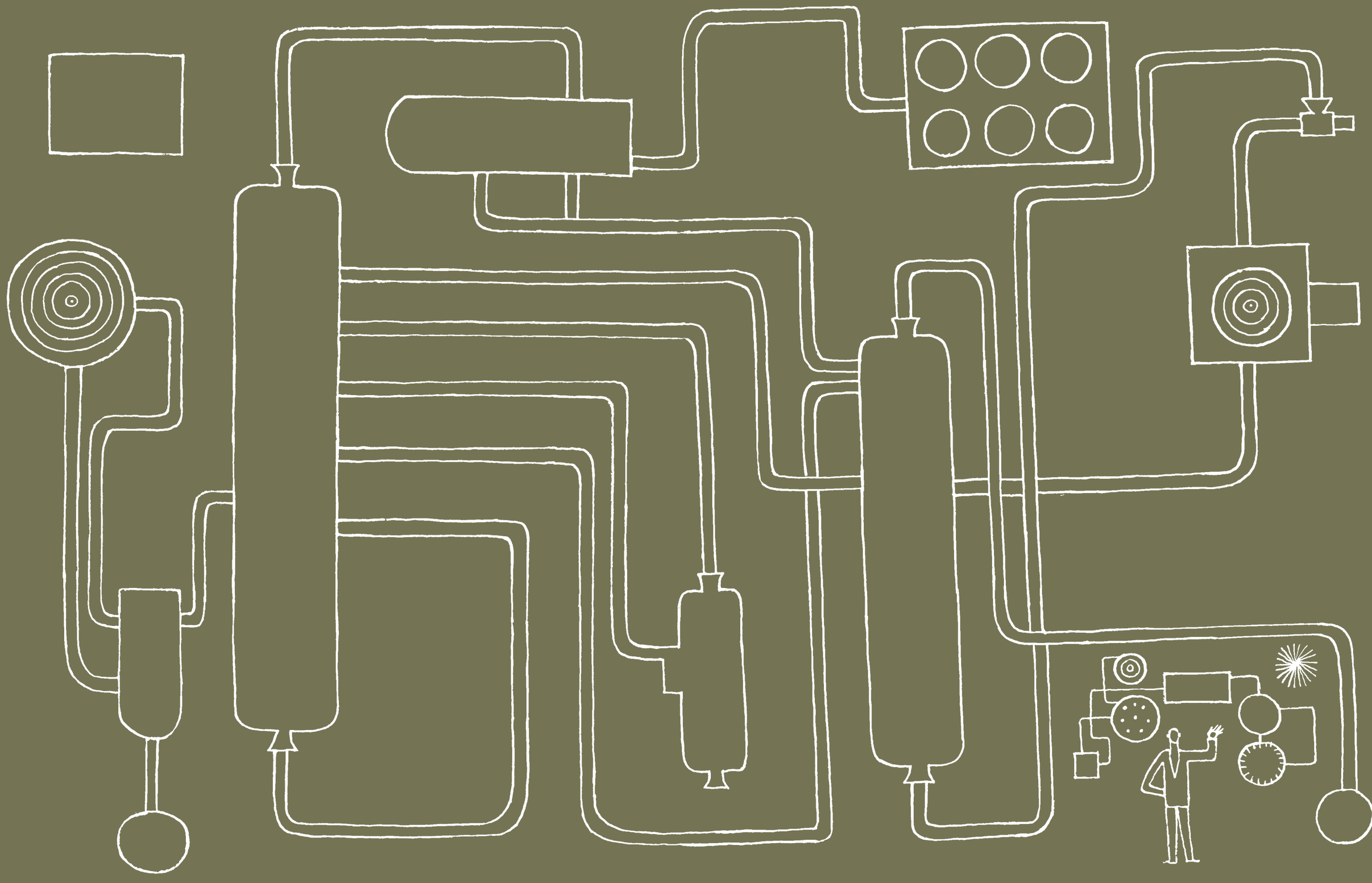
Детская энциклопедия

5



Коммунистом стать можно лишь тогда, когда обогатишь свою память знанием всех тех богатств, которые выработало человечество.

В. И. ЛЕНИН

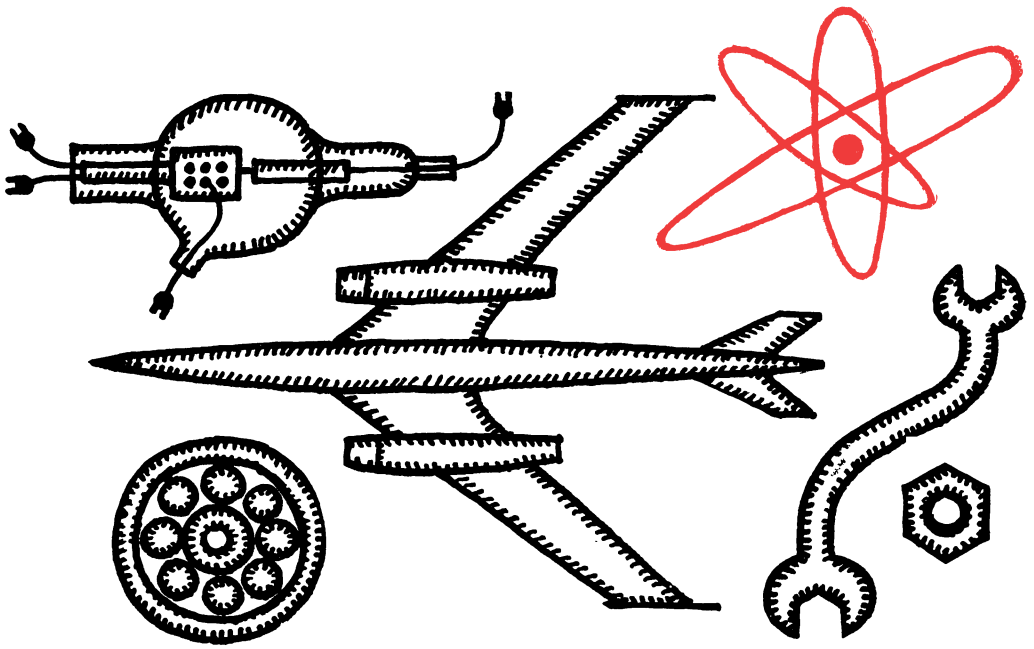
Энциклопедия техника производство

АКАДЕМИЯ
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
НАУК РСФСР

ТОМ
5

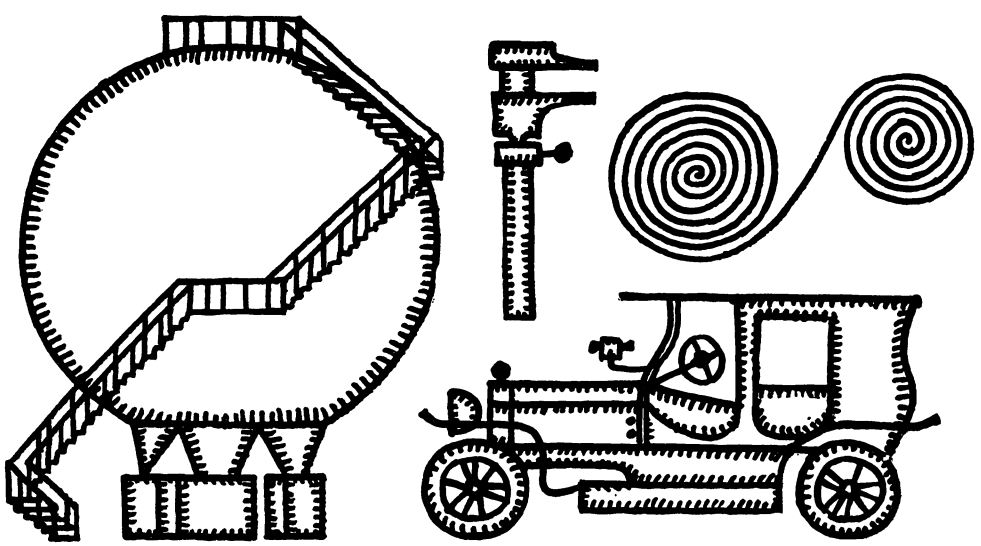
Второе издание

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ПРОСВЕЩЕНИЕ»
Москва
1965



етская нциклопедия

ДЛЯ СРЕДНЕГО
И СТАРШЕГО ВОЗРАСТА

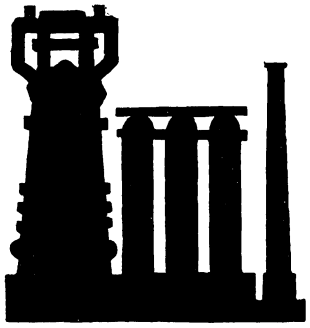


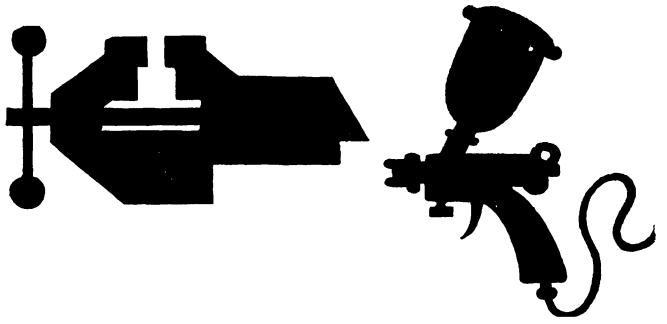
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ

Е. И. Афанасенко, Д. Д. Благой, Б. А. Воронцов-Вельяминов, П. А. Генкель, Ф. В. Герасин, Н. К. Гончаров, Б. А. Дехтерев, Г. Н. Джибладзе, А. В. Ефимов, К. А. Иванович, И. А. Каиров, Л. А. Кассиль, М. П. Ким, Н. П. Кузин, А. Н. Леонтьев, А. Р. Лурия, А. А. Маркосян, А. И. Маркушевич (главный редактор), С. Я. Маршак, В. А. Мезенцев, С. В. Михалков, В. Ф. Натали, М. В. Нечкина, С. В. Образцов, Б. П. Орлов, И. В. Петрянов, О. Н. Писаржевский, С. Д. Сказкин, Ф. Д. Сказкин, А. А. Смирнов, А. И. Соловьев, И. М. Терехов, Л. И. Тимофеев, С. Л. Тихвинский, Т. С. Хачатуров, Ю. В. Ходаков, Е. М. Чехарин, К. И. Чуковский, В. Н. Шацкая, Д. И. Щербаков, Д. А. Эпштейн.

Научные редакторы 5-го тома
В. А. Мезенцев, Т. С. Хачатуров

Заместители главного редактора
Б. Л. Бараш, И. В. Латышев





СОДЕРЖАНИЕ

Учитесь, думайте, трудитесь, дерзайте! — Г. М. Кржижановский 13
Техника и коммунизм—В. А. Мезенцев . . 17

Техника, ее прошлое, настоящее и будущее

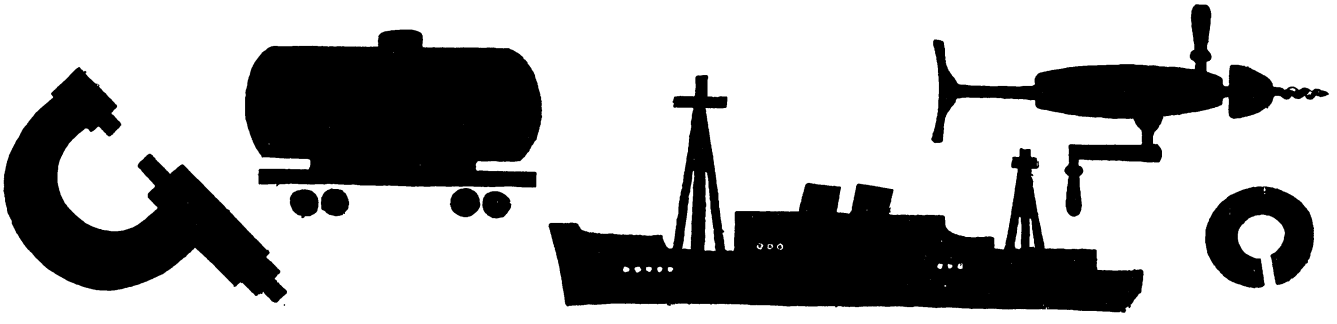
Прошлое — Е. В. Дубровский, В. А. Мезенцев 22
У наших далеких предков 22
На заре истории техники 22
Новое время 24
Победа электричества 27
Настоящее—Е. В. Дубровский, В. А. Мезенцев, Т. С. Хачатуров 28
Движущая сила 29
В мире автоматики 30
Химизация народного хозяйства 31
На переднем крае 32
Техника и экономика 34
Техника сегодняшнего дня 37
Будущее—Е. В. Дубровский, В. А. Мезенцев 38

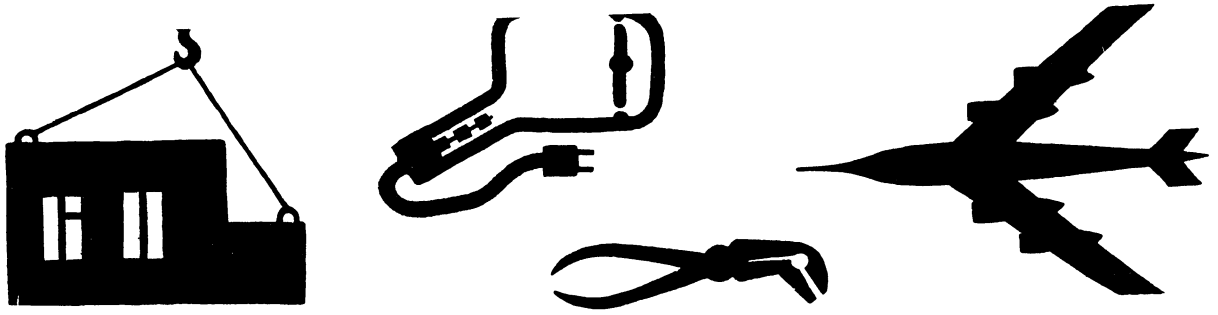
Машина — основа современной техники

Человек и машина—И. И. Артоболевский 41
Что мы называем машиной—Л. Г. Ларионов 42
Узлы и детали машин — Л. Г. Ларионов . 44
Рабочие органы 44
Двигатели 44
Передачи 46
Опоры 50
Тормоза 52
Соединения 53
Устройства управления 54
Станины и ходовое оборудование 54
Как создается машина — Л. Г. Ларионов 55
КБ получает задание 55
Машина обретает контуры 56
ГОСТ и нормали 57
Взаимозаменяемость и допуск 58
Унификация деталей и типизация машин . . . 58
Из чего делают машины 59
Надежность и долговечность 60
КБ сдает заказ 63
Чертеж — язык техники 64
Что такое технология — Д. М. Беркович 68
Сколько стоит машина — Л. Я. Гальперштейн 71
Организация работы промышленного предприятия — Д. М. Беркович 74
Техника и эстетика — С. М. Иванов 79

Энергия — движущая сила техники

От плана ГОЭЛРО к большой энергетике — А. Б. Маркин 82
Лавина энергии 83
Энергия должна быть дешевой 83
Электростанции страны «берутся за руки» . . 84
Двигатели и генераторы — Л. В. Владимиров 86
Новый облик старых машин 86
Первая тепловая 87
На жидком топливе 88
На высоких скоростях 89
Вторичные, но на первом месте 92
Рождающие ток 93
Фабрика электричества и тепла—Л. Г. Ларионов 94





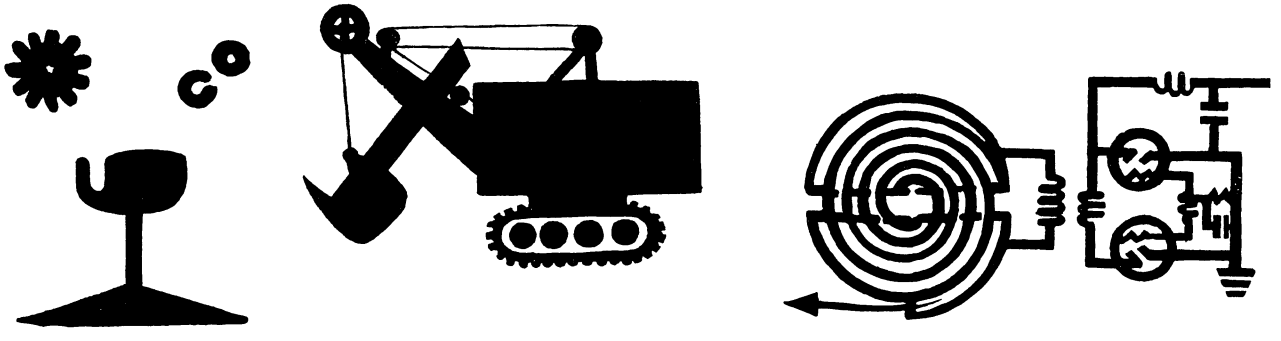
Как работает ГЭС — Л. В. Владимиров 100
Атомные электростанции — Б. И. Смагин 104
Энергия вокруг нас 104
«Сердце» АЭС 104
Первые киловатт-часы 106
Белоярская АЭС 106
А что впереди? 108
Переменный и постоянный ток в технике — Л. Г. Ларионов 110
Энергетика будущего — Л. В. Владимиров 113
Приливы за работой 113
Из солнечного луча 114
Подземный кипяток 115
Плазменный генератор 115
Без движения 117
«Прыгающие» электроны 117
В дело вступает химия 118
Топливо будущего — вода 119

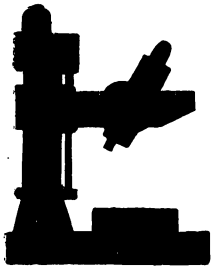
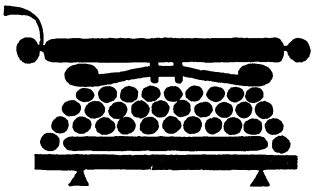
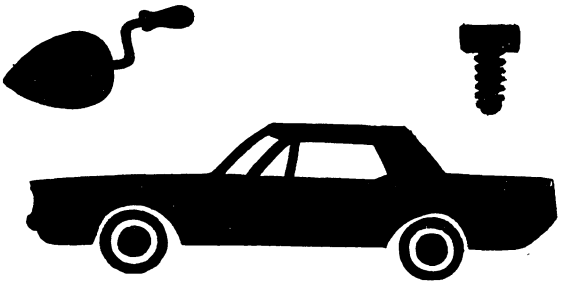
Автоматика

Нас окружают автоматы — Б. В. Фомин . . 120
Истоки автоматики — Б. В. Фомин 121
Где нужны автоматы — Б. В. Фомин 122
Станки-полуавтоматы и станки-автоматы — Б. В. Фомин 124
Положительные и отрицательные обратные связи — Б. В. Фомин 125
«Органы чувств» автоматов 127
Датчики — Б. В. Фомин 127
Усилители — Б. В. Фомин 130
Реле — Г. И. Бабат 130
Четыре «профессии» автоматов 131
Автоматы контролируют — Б. В. Фомин 131
Меченые атомы в автоматике — Б. И. Смагин 133
Надежная защита — Б. В. Фомин 133
Автоматическое регулирование — Б. В. Фомин 134
Автоматическое управление — Б. В. Фомин 135
Родная сестра автоматики — Б. В. Фомин 135
Комплексная автоматизация — Б. В. Фомин 136
Будущее автоматики — Б. В. Фомин 139

Радиоэлектроника

Что такое радиоэлектроника — В. И. Сифоров 141
Универсальный носитель информации — Р. А. Сворень 142
В мире электрических сигналов — Р. А. Сворень 144
Как «изготовляют» электрические сигналы . . . 144
Спектры сигналов 146
Большая семья электронных приборов — Р. А. Сворень 150
Электронные лампы 150
Газонаполненные приборы 153
Транзисторы 154
Элементы радиоэлектронной аппаратуры — Р. А. Сворень 156
Проводная связь — Л. В. Кокосов 159
Как организована связь 159
Что передается по проводам 159
Путь телеграммы 161
«Фабрика разговоров» 162
Дальняя связь 163
На высокой частоте 163
Завтрашний день проводной связи 164
Радиосвязь и радиовещание — Р. А. Сворень 165
Радиопередача и радиоприем 165
Длинные, средние, короткие и ультракороткие волны 167
Радиоприемник, радиола, магнитофон 167
Телевидение — Р. А. Сворень 171
Превращения «картинки» 172
Телевизор 173
Телевидение больших дистанций 174
Радиолокация — Р. А. Сворень 175
Радиоэлектроника и космос — Р. А. Сворень 176
Полупроводники в технике — К. А. Гладков 179
Лилипуты в мире великанов 179
Полупроводниковая «упряжь» Солнца 180
Электроэнергия непосредственно из теплоты 181
Холод рождает тепло 181
Полупроводниковые выпрямители 182
Сверхчувствительность 182
Усилители света 183
Молекулярная электроника 184



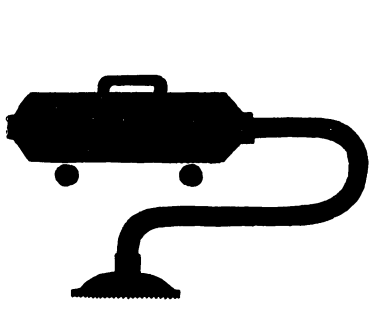




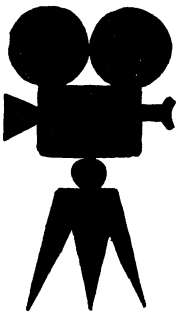
Как добывают полезные ископаемые

Добыча нефти и газа — В. И. Рич и М. Б. Черненко 186
Самые нужные и самые дешевые 186
Как бурят скважины 187
Турбобур и электробур 188
«Бур» без бура 188
Нефть и газ текут по скважинам 189
Подземная газификация 189
Хранение и транспортировка нефти и газа . 190
Добыча угля и руды — В. И. Рич и М. Б. Черненко 191
Как устроена шахта 191
Подземный завод 193
Открытое небо над головой горняка 194
Меньше людей, больше машин 195
Непрерывное действие 198
Со дна морского — В. И. Рич и М. Б. Черненко 200
Как полезные ископаемые становятся «еще более полезными» — В. И. Рич и М. Б. Черненко 200
Добыча и обогащение руд цветных металлов — Р. Г. Григорьев 201
Откуда берутся алмазы — В. И. Рич и М. Б. Черненко 204
Техника помогает рубить лес и заготовлять древесину — Б. В. Зубков 205

Как получают и обрабатывают металлы

Непрерывное преобразование металла — А. И. Целиков 209
Черная металлургия — И. С. Пешкин . . . 210
Железо, сталь, чугун 210
Что требуется для выплавки чугуна 212
Из чугуна в сталь 214
Мартеновская печь 215
Кислородные конвертеры 217
Легированная, или специальная, сталь 217
Рождение стального слитка 218
Непрерывная разливка стали 219
Блюминги и слябинги 219
Металл приобретает форму 220
Сегодня и завтра металлургии 222
Получение цветных металлов — Р. Г. Григорьев 226
Применение цветных металлов. Сплавы — Р. Г. Григорьев 228
Металл и форма — И. С. Пешкин 230
Деталь и металл 231
Литейная форма 232
Литье в землю 232
Литейные без земли 234
Ковка-штамповка — И. С. Пешкин 236
Искусство нагревать металл 237
Два способа ковки металлов 238
Ковочные машины 239
Автоматический «кузнец» 241
Прессование и холодная высадка 242
Порошковая металлургия — Б. В. Ляпунов 242
Генеральное направление развития металлообработки — В. И. Дикушин 245
Обработка металла резанием — Д. М. Беркович 246
Что такое теория резания 246
Типы металлорежущих станков 246
Как повысить производительность станка . . 248
Новые методы обработки 251
Ультразвук работает — Д. М. Беркович 251
Электроэрозионный метод — Д. М. Беркович 253
Электроннолучевая обработка — М. Д. Бочарова 254
Обработка токами высокой частоты — Г. И. Бабат 255
Как сваривают металл — С. М. Иванов . . . 256
Автоматическая сварка под флюсом 256
Электрошлаковая сварка 257
Резервуар и труба сворачиваются в рулон 259
Контактная сварка 260
Газы оберегают дугу 260
Спиральная сварка и ТВЧ 261





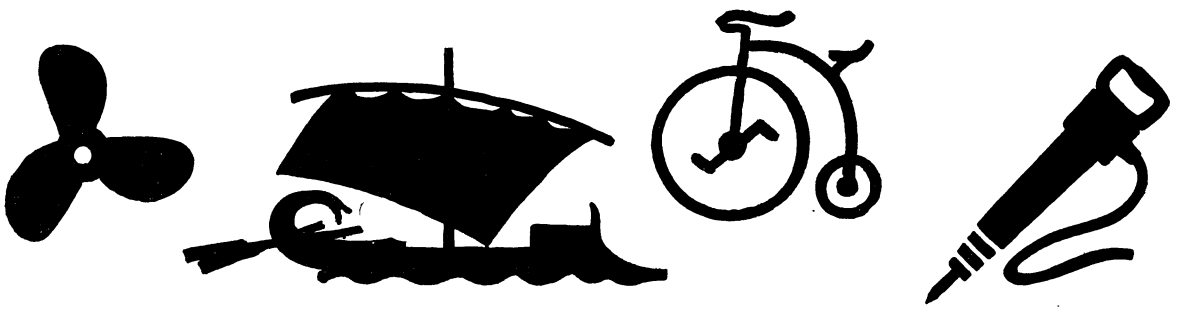
Холодная сварка 262
Диффузионная сварка в вакууме 263
Электроннолучевая сварка 263
Плазма в руках сварщика 264
Нейтронная сварка 264
Великое будущее сварки 264
Защита металла — Б. В. Ляпунов 265
Контрольно-измерительная техника и дефектоскопия 269
Техника точности — З. Н. Перля 269
Точность и надежность 269
Инструменты-универсалы 269
Рычаг, пружина, зубчатое колесо 270
Высшая точность 271
Автоматы-контролеры — А. Б. Клячко . . 272
Контроль и качество 272
Измерение воздухом 273
Электрические датчики и «зрячие» механизмы 274
Их ожидает большое будущее 274
Дефектоскопия — А. Б. Клячко 275
Почему разбилась «Комета» 275
Просвечивание материалов 275
Звук-контролер 276
Магнитный метод проверки 277
Лампа и краски 278

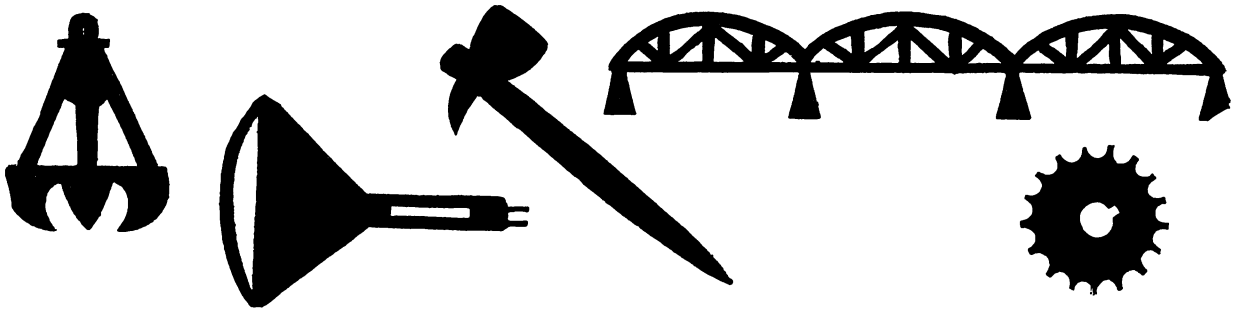
Химическая промышленность

Век Большой химии — В. А. Мезенцев . . 279
На химическом заводе — В. А. Мезенцев . 281
Основа химической индустрии 281
Как получают соду 282
Сырье — вода и воздух 282
Завод работает на урожай 284
Чудесные превращения угля и нефти—В. А. Мезенцев 286
Богатства «солнечного камня» 286
Новая жизнь нефти 287
Материалы неограниченных возможностей — В.А. Мезенцев 289
Мир полимеров 289
Как получают и перерабатывают пластмассу 291
Тысяча и одно применение 293
Химия строит дом 295
Полимерные пленки 296
Будущее в настоящем 297
Познакомьтесь с кремнийорганикой—В. А. Мезенцев 299
На грани двух миров 299
Ни мороз не страшен, ни жара 299
Промышленность СК — В. А. Мезенцев . . 300
Биография синтетического каучука 300
Успехи СК 302
Настоящее и будущее ионитов—В. А. Мезенцев 305
Что это значит — иониты? 305
Серебро и золото из... воды 305
Химические волокна — В. А. Мезенцев . . 307
Рубашка растет в лесу 307
Легче воздуха 308

Строительство

Почему мы должны строить—Л. Б. Арсеньев 310
Что мы строим — Л. Б. Арсеньев 311
Из чего мы строим — Л. Б. Арсеньев . . . 314
Было так 314
«Скородом» 314
Искусственный камень 316
«Вооруженный бетон» 316
Как делают железобетонные детали 317
Стена на конвейере 318
Прокатный стан на заводе стройматериалов . . 319
Напряженный железобетон 320
Деревообрабатывающий завод 321
Металлы и пластмассы 322





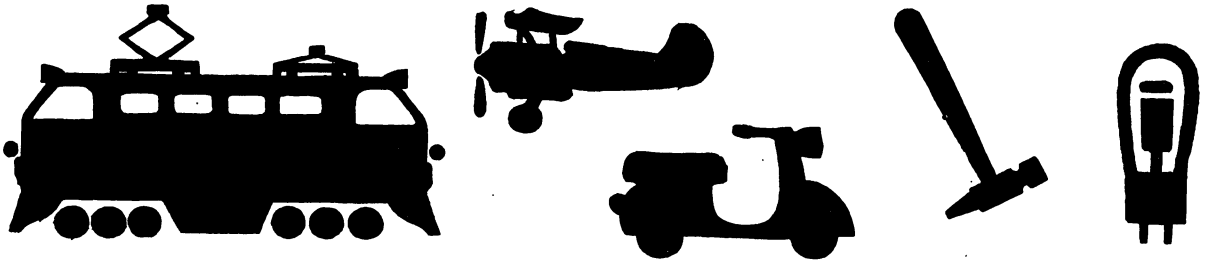
С помощью чего мы строим — Л. Б. Арсеньев 324
Как мы строим — Л. Б. Арсеньев 328
Законы строительства 328
Сколько стоит дом 330
Строим дом 330
Дом из объемных элементов 330
На строительстве завода 332
Набережные, каналы, плотины 333
Строительство дорог 335

Как изготовляют одежду и продукты питания

Нас одевает техника — Е. И. Шабанов . . . 336
От волокна до ткани — З. П. Преображенская 337
Натуральные текстильные волокна 337
Искусственные и синтетические волокна . 338
Изготовление пряжи 339
Производство ткани 341
Отделка тканей 344
«Ткани», которые не ткут — А. Л. Талалай 344
На швейной фабрике — З. П. Преображенская 345
Ботинки на конвейере — З. П. Преображенская 347
Вехи прогресса — Н. Ф. Гатилин 351
Хлебозавод-автомат — Г. Юрмин 352
Молочный комбинат — Е. Б. Борисов и И. И. Пятнова 354
Мясокомбинат — Г. Юрмин 358
Сахарный завод — Е. Б. Борисов и И. И. Пятнова 361
Кондитерская фабрика — Л. Я. Гальперштейн 365
Консервный завод — Л. Я. Гальперштейн 367
Искусственный холод — В. И. Канторович 370
Как работают холодильные машины 370
Свежие фрукты круглый год 371
Глубокий холод 372

Транспорт

Единая транспортная сеть СССР — Т. С. Хачатуров 374
Зачем нужен транспорт 375
У каждого вида транспорта свои преимущества 375
Четкость и согласованность 378
Железнодорожный транспорт — Т. С. Хачатуров 379
Путь должен быть по возможности пологим и прямым 379
Мосты и тоннели 379
Почему поезда не сходят с рельсов 381
Железнодорожный путь 381
Как укладывают шпалы и рельсы 383
Электрическая и тепловозная тяга 383
Вагоны 388
Станции и перегоны 389
Автоматика помогает машинисту и диспетчеру 390
График работы железных дорог 391
Водный транспорт 392
Суда — Э. Г. Логвинович и М. А. Гречин 392
От челна до атомохода 392
Из чего строят суда 393
Как устроено судно 393
Типы судов 395
Подводные лодки 399
Суда на подводных крыльях 401
Суда на воздушной подушке 403
Водные пути — Ю. В. Медведев . . . 404
Порт — Ю. В. Медведев 406
Автоматы помогают штурманам и капитанам — В. И. Полянский 408
Автомобильный транспорт — Ю. А. Долматовский 411
Автомобили вчера, сегодня и завтра 411
Автомобиль «Москвич» 414
Автомобильные дороги 419



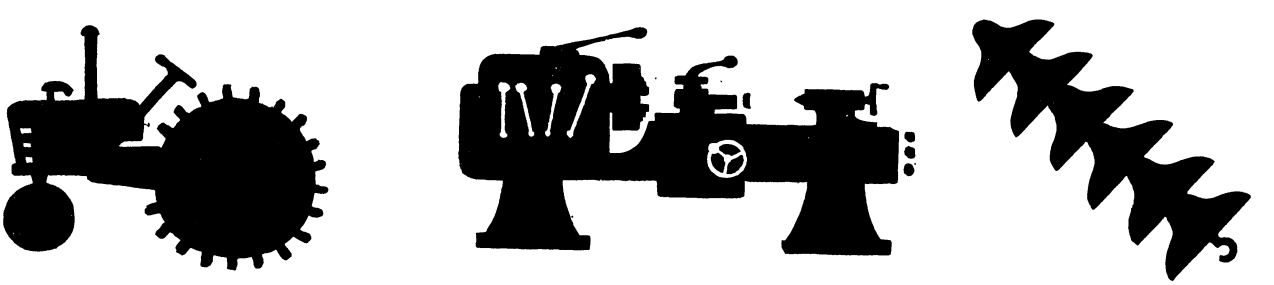
Авиационный транспорт 421
Машины нашего неба — А. М. Маркуша . 421
Сложное начинается с простого 421
Воздушный лайнер 422
Наши крылатые защитники 424
Наши крылатые помощники 425
Самолеты возвращаются на аэродром . . . 427
Без крыльев 427
Техника помогает водить самолеты — Н. Я. Кондратьев 429
Реактивные двигатели — К. А. Гильзин . . 436
Ракеты, космические корабли, космодромы — К. А. Гильзин 440
Трубопроводы — Е. С. Муслин 444
Неподвижный транспорт 444
Металл, железобетон, стекло, пластмасса . . 445
Труба в трубе 445
Будущее трубопроводного транспорта 446
Транспорт большого города — А. А. Поляков 447
Немного истории 447
На чем мы ездим 448
Грузовые перевозки 449
Специальные автомобили 449
Организация городского движения 450
Город совершает утренний туалет 452

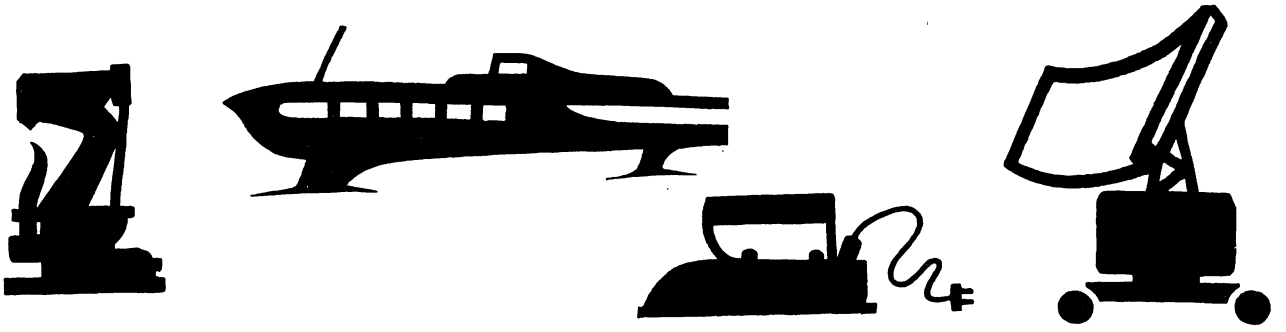
Техника на службе науки, искусства и быта

Без техники нельзя шагать в будущее—Б.И.Лосев 453
Машины-математики — В. Д. Пекелис . . . 454
Счетный автомат 454
Молниеносный счет 456
Электронные цепочки 456
Невидимым пером 457
Электронная арифметика 458
Электронный «командир» 458
Сутки вместо ста лет 459
Вычислительные машины завтрашнего дня . . 459
Машины-переводчики — В. Д. Пекелис . . . 460
Машина обучает — В. Д. Пекелис 462
Техника помогает изучать космос — К. А. Гильзин 464
Техника службы погоды — В. А. Бугаев . 468
Техника помогает изучать подводный мир — Н. В. Вершинский 471
Техника помогает лечить — А. А. Дорохов 476
Электрические разведчики 476
Оружие хирурга 477
Искусственное сердце 478
Врач слышит через стену 479
Пушка направлена на опухоль 480
Фотоаппарат и киносъемочная камера — Л. Я. Гальперштейн 480
Техника кино — Л. Я. Гальперштейн 484
Техника театральных кулис — И. А. Оглоблин 487
Как делают бумагу — А. А. Дорохов 489
От бревна до кашицы 490
Машина-гигант 491
От кашицы до листа 492
Как печаталась эта книга — А. А. Дорохов 493
Буквы торопятся по местам 493
Картинка из точек 494
За три секунды 496
Как делают цветные картинки 497
Как листы становятся книгой 498
Техника в нашей квартире — В. Ю. Иваницкий 499
Техника и спорт — Г. Л. Еленский 501

Краткие биографии выдающихся деятелей техники

Леонардо да Винчи — Б. Ю. Надеждин 505
Иван Иванович Ползунов — Д. М. Беркович 506
Иван Петрович Кулибин — Д. М. Беркович 506
Джемс Уатт — М. И. Поступальская 507
Механики Черепановы — В. С. Виргинский 507
Джордж Стефенсон — В. С. Виргинский 508





Павел Петрович Аносов — И. С. Пешкин . . 508
Борис Семенович Якоби — Л. Я. Гальперштейн 509
Дмитрий Константинович Чернов — А. А. Смирнягина 509
Павел Николаевич Яблочков — М. И. Поступальская 510
Николай Егорович Жуковский — Д. М. Берковвич 510
Александр Николаевич Лодыгин — М. И. Поступальская 511
Томас Алва Эдисон — М. И. Поступальская 511
Владимир Григорьевич Шухов — А. Я. Козаков 512
Николай-Иванович Кибальчич — Б. Ю. Надеждин 512
Никола Тесла — Т. К. Гладков 513
Константин Эдуардович Циолковский — Б. Ю. Надеждин 513
Рудольф Дизель — М. И. Поступальская 514
Александр Степанович Попов — Л. Я. Гальперштейн 514
Алексей Николаевич Крылов — Д. М. Берковвич 515
Евгений Оскарович Патон — С. М. Иванов 515
Сергей Васильевич Лебедев — Т. К. Гладков 515
Фридрих Артурович Цандер — Б. Ю. Надеждин 516

Юным любителям техники

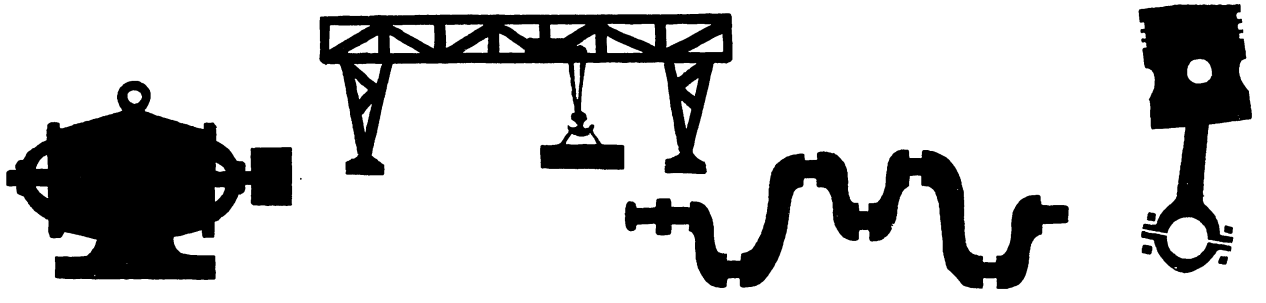
Как строят модели — Е. П. Москатов . . . 517
Знакомство с описанием 517
Подбор деталей и материалов 518
Ваша мастерская 518
«Игра в кубики» 519
Испытайте модели 519
Для вашей мастерской — Е. П. Петров . . . 520
Рабочий стол 520
Настольный верстак 520
Раздвижной держатель для лампы 520
Электрощиток 521
Пульверизатор 521
Своими руками — Е. П. Петров 522
Кибернетический советчик 522
Гирляндная ГЭС 522
Комнатная тепличка-инкубатор с автоматической регулировкой подогрева 523
Радиоприемник-малютка 525
Шлакобетонные парники 525
Птицелет 526
Модель ракеты 527
Байдарка из бумаги 529
Микроскоп 530

Справочный раздел

Советский человек штурмует космос (справочные таблицы по освоению космического пространства) — И. Г. Вирко 532
Что читать по технике — Е. И. Каплан и Б. В. Ляпунов 537
Словарь-указатель — А. Б. Дмитриев . . 546

Справочное бюро юного техника — Е. П. Петров
Как гнуть дерево 54
Как удалить ржавчину 70
Несколько советов тем, кто собирается окрашивать деталь 74
Осторожно — стекло! 77
Несколько советов тем, кто собирается паять . 225
Лаки 285
Пластмасса из бумаги 296
Пластмасса из казеина 302
Пластмасса из пресс-порошка 302
Клеи 306
Ксилолит 306

Знаешь ли ты? — Б. Ю. Надеждин . . . 27, 37, 39, 40, 98, 112, 116, 138, 139, 170, 198, 222, 304, 322, 326. 350, 373, 391, 396, 416, 419, 452, 458, 464, 468, 476, 479, 494



ИЛЛЮСТРАЦИИ НА ОТДЕЛЬНЫХ ЛИСТАХ

В. И. Ленин у карты ГОЭЛРО *(рисунок Н. Н. Жукова)* . . . . . 12— 13
Высоковольтная линия электропередачи *(фотография)* . . . . . 16— 17
Автоматическая линия *(фотография)* . . . . —
Большая химия *(фотография)* . . . . . —
Человек штурмует космос *(фотографии)* . . . —
Обработка металла с помощью лазера *(фотография)* . . . . . 20— 21
Импульсный генератор *(фотография)* . . . —
Прошлое, настоящее и будущее техники (2 полосы; *художник Р. Ж. Авотин*). . . . 32— 33
Чертеж — язык техники *(художники А. П. Петров, Д. А. Лисичкин)* . . . . . 68— 69
Эстетика и техника *(художник Р. Ж. Авотин)* —
Схема действия ТЭЦ *(художники А. П. Петров, В. А. Брюн)* . . . . . 96— 97
Паровой котел теплоэлектростанции *(художник В. А. Подымахин)* . . . . . —
ГЭС в разрезе *(художник Б. А. Попов)* . . 104—105
Источники энергии, используемые человеком *(художник Б. А. Попов)* . . . . . —
Обратные связи в автоматике *(художник Ю. А. Макаренко)* . . . . . 128—129
Автоматическая линия для производства подшипников *(художник Л. С. Вендров)* . . . —
Схема передачи и приема в телевидении *(художник Ю. А. Макаренко)* . . . . . 172—173
Изготовление радиосхемы на кристаллической основе *(художник Ю. А. Макаренко)* . . . —
Ковш экскаватора-гиганта *(фотография)* . . 192—193
Джезказган *(фотография)* . . . . . —
Роторный экскаватор на открытой разработке *(художник О. А. Рево)* . . . . . 208—209
Схема металлургического цикла *(художник Б. А. Малышев)* . . . . . —
Прокатный стан *(фотография)* . . . . . 224—225
В цехе алюминиевого комбината *(фотография)* —
Непрерывная разливка стали *(художник Б. А. Попов)* . . . . . 236—237
Точное литье *(художник Б. А. Попов)* . . . —
Сварка подшипников *(фотография)* . . . . . 264—265
Главный конвейер *(фотография)* . . . . . —
Схема производства серной кислоты *(художник Б. А. Попов)* . . . . . 288—289
Схема производства полиэтилена и изделий из него *(художник Б. А. Попов)* . . . . —
На строительной площадке химического завода *(художник А. А. Попов)* . . . . . 312—313
Строительство дома из объемных элементов *(художник А. А. Попов)* . . . . . —
Стартуют башенные краны *(фотография)* . . 320—321
На строительстве гидроэлектростанции *(фотография)* . . . . . 320—321
От хлопка до ткани *(художник Б. А. Попов)* 352—353
Схема работы хлебозавода-автомата *(художник Б. А. Попов)* . . . . . —
Советские тепловозы и электровозы *(художник Э. Н. Ревнова)* . . . . . 384—385
Панорама железнодорожного узла *(художник В. М. Иванов)* . . . . . —
Электрификация железных дорог *(фотография)* 388—389
Гиганты советской авиации *(фотографии)* . . —
Основные типы океанских судов *(художник О. А. Рево)* . . . . . 400—401
Панорама морского порта *(художник Р. Ж. Авотин)* . . . . . —
Советские легковые автомобили *(художник Э. Р. Молчанов)* . . . . . 412—413
Основные типы советских грузовых автомобилей и автобусов *(художник Э. Р. Молчанов)* —
Устройство автомобиля (3 полосы; *художник В. С. Кобылинский)* . . . . . 416—417
Двухколесный транспорт *(художник В. С. Кобылинский)* . . . . . —
Автомобиль «Москвич-408» *(художник Э. Р. Молчанов)* . . . . . 420—421
Московская кольцевая автострада *(художник Э. Р. Молчанов)* . . . . . —
Советские пассажирские самолеты *(художник В. М. Иванов)* . . . . . 432—433
Панорама аэропорта *(художник В. М. Иванов)* —
Схема действия счетной машины *(художник Ю. А. Макаренко)* . . . . . 464—465
Техника помогает изучать космос *(художник Р. Ж. Авотин)* . . . . . —
Телескоп Г. А. Шайна *(фотография)* . . . . 468—469
Радиотелескоп *(фотография)* . . . . . —
Батискаф *(художник А. С. Шумилин)* . . . 472—473
Операция на сердце стала возможной во многом благодаря современной технике *(художник В. А. Брюн)* . . . . . —
Советские фотоаппараты *(художник Л. С. Вендров)* . . . . . 480—481
Советские любительские кинокамеры *(художник Л. С. Вендров)* . . . . . —
Киносъемки в павильоне *(художник С. Н. Волков)* . . . . . 484—485
Натурные съемки *(художник С. Н. Волков)* —
Изготовление цветных иллюстраций *(художник Л. С. Вендров)* . . . . . 496—497
Четыре способа кинопроекции *(художник С. Н. Волков)* . . . . . —
Юный любитель технического творчества *(фотография)* . . . . . 520—521
В техническом кружке *(фотография)* . . . . —

РАНЬШЕ ВЕСЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ УМ, ВЕСЬ ЕГО ГЕНИЙ ТВОРИЛ ТОЛЬКО ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ ДАТЬ ОДНИМ ВСЕ БЛАГА ТЕХНИКИ И КУЛЬТУРЫ, А ДРУГИХ ЛИШИТЬ САМОГО НЕОБХОДИМОГО — ПРОСВЕЩЕНИЯ И РАЗВИТИЯ. ТЕПЕРЬ ЖЕ ВСЕ ЧУДЕСА ТЕХНИКИ, ВСЕ ЗАВОЕВАНИЯ КУЛЬТУРЫ СТАНУТ ОБЩЕНАРОДНЫМ ДОСТОЯНИЕМ, И ОТНЫНЕ НИКОГДА ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ УМ И ГЕНИЙ НЕ БУДУТ ОБРАЩЕНЫ В СРЕДСТВА НАСИЛИЯ, В СРЕДСТВА ЭКСПЛУАТАЦИИ.

В. И. ЛЕНИН

1960

УЧИТЕСЬ, ДУМАЙТЕ, ТРУДИТЕСЬ, ДЕРЗАЙТЕ!

Дорогие друзья, юные любители техники, читатели Детской энциклопедии! Вы получили книгу, которая познакомит вас, может быть, впервые с вашей будущей профессией. Вы узнаете, как работают энергетики, машиностроители, механики, токари, бетонщики... Но прежде чем вы начнете читать, мне хочется сказать вам несколько напутственных слов. В жизни я видел много такого, чего вы не увидите никогда. Может быть, вам трудно будет понять меня. Но все-таки постарайтесь и понять, и запомнить мои слова.

Вы знаете, какой великолепный город наша столица Москва. Проспекты, огромные здания, каменные набережные, высокие мосты, потоки автомашин, красивейшее в мире метро. Но я помню Москву с маковками церквушек, помню цоканье лошадиных подков на тряском булыжнике, лотки с зеленью в Охотном ряду. Мои современники, товарищи, сверстники превратили купеческую Москву в социалистическую. Вы видите результат, а я вспоминаю труд инженеров, каменщиков, землекопов...

Ведь я жил еще в дореволюционной, отсталой России. Я видел бурлаков на Волге, помню крестьян в лаптях, гнувших спину над допотопной сохой, помню унылое брюзжание некоторых интеллигентов: «Куда уж, где уж нам до заграницы! Мы — лапотники, мы — самоварники. Вот в Париже — культура, вот в Берлине — техника!»

И когда в первые суровые годы существования Советской власти был поставлен вопрос: «Что делать в области экономики?» — ответ был найден не сразу. Много раз великий Ленин совещался с инженерами и экономистами. Мы все искали тот решающий рычаг, с помощью которого можно было бы быстро поднять советскую экономику.

Вспоминаю, как 26 декабря 1919 г. Владимир Ильич вызвал меня в Кремль. В этот вечер мы много говорили об электрификации. Я знал, что не было лучшего средства отвлечь Ильича от тяжелых забот, как рассказать ему о последних завоеваниях науки и техники. А интересовали его, конечно, прежде всего те достижения, которые могли найти приложение у нас в стране.

В то время я управлял подмосковной электростанцией «Электропередача» — первой в нашей стране и даже первой в мире электростанцией на торфе. В те тяжелые годы, когда центральные губернии были отрезаны от нефтяного Баку и угольного Дон-

басса, когда Ленин должен был лично следить за каждым вагоном топлива, поступающим в Москву, скромная станция «Электропередача» играла важную роль в снабжении Москвы электричеством.

И вот я рассказал Владимиру Ильичу о возможностях использования подмосковного торфа. Торф мог бы стать базой для электрификации. Но чтобы получить достаточное количество торфа, нужно было усовершенствовать технику добычи: не горбом и лопатами, а машинами следовало его добывать.

В тот же день поздно вечером кремлевский курьер доставил мне на квартиру срочный пакет от товарища Ленина.

«Меня очень заинтересовало Ваше сообщение о торфе»,— писал Владимир Ильич. И затем он просил поскорее составить для печати статью о торфе, его запасах и значении для электрификации. Предлагался даже план статьи. Поручение Ленина было выполнено. Статья появилась в «Правде».

Вскоре по просьбе Ильича я написал и другую статью — об электрификации промышленности — и послал ему на просмотр. В этой статье доказывалось, что подъем промышленности тесно связан с электрификацией. С увлечением я нарисовал будущее электрификации молодой Советской республики. На другой день Ленин прислал мне такое письмо:

«Гл. М.! (Глеб Максимилианович!— *Ред.*) Статью получил и прочел. Великолепно. Нужен *ряд* таких...»

Далее в письме Владимир Ильич указал, что нужно дополнить статью предложениями о плане электрификации России:

«Примерно: в 10 (5?) лет построим 20—30 (30—50?) станций, чтобы всю страну усеять центрами на 400 (или 200, если не осилим больше) верст радиуса; на торфе, на воде, на сланце, на угле, на нефти... Через 10 (20?) лет сделаем Россию «электрической»... Надо увлечь *м а с с у* рабочих и сознательных крестьян *великой* программой на 10—20 лет.

Позвоните мне, пожалуйста, по телефону, получив это письмо, и мы поговорим».

Это замечательное письмо послужило основой для технической разработки Государственного плана электрификации России — ГОЭЛРО. От него ведет свою историю электрификация нашей страны.

Вспоминаю, как накануне VIII Всероссийского съезда Советов, на котором впервые был оглашен план ГОЭЛРО, я выступал в Колонном зале Дома союзов с предварительным докладом о плане электрификации.

Мраморный зал с роскошными люстрами был не топлен. Я стоял на трибуне в пальто, видел перед собой истощенных голодом людей. Сколько раздраженных, сколько враждебных выкриков слышал я по своему адресу:

«Страна погибает от голода и тифа! На улицах Москвы дохлые лошади! А тут инженер-практик рассуждает о гигантских стройках, о миллиардных вложениях, об электрической стране будущего! Как барон Мюнхгаузен, сам себя собирается вытащить из болота за волосы!»

И все же, несмотря ни на что, несмотря на интервенцию, гражданскую войну, блокаду, мы ленинский план осуществили. Построили Шатурскую электростанцию на торфе и Каширскую на подмосковном угле, а затем и Волховскую, и Днепровскую, и еще Волжскую им. В. И. Ленина — небывалую, невиданную, которая одна дает электроэнергии в несколько раз больше, чем все электростанции царской России.

Теперь строится еще более мощная — Братская гидростанция на Ангаре, самая мощная в мире, и много других тепловых и гидроэлектрических станций[1].

...Громадный путь прошла советская энергетика от подмосковных торфяных болот до сверхмощных тепловых турбин, до порогов Ангары, до атомных электростанций. И все это произошло на моей памяти, все сделано руками моих современников, сверстников, товарищей, знакомых. Многих я знал лично, помню их трудности, сомнения, неудачи, находки...

Интереснейшую жизнь прожил я, но ваша будет еще интереснее. При вас будет создана Единая энергетическая система. Она свяжет все электростанции страны в один узел, будет распределять потоки электричества по всей Европейской России, а затем Сибири и Средней Азии, позволит охватить централизованным энергоснабжением все города, промышленные и сельские районы нашей страны. При вас будут включены в сеть новые источники энергии — Солнце, подземное тепло, при вас вступят в строй многочисленные атомные станции. Вы сумеете преобразовать природу, смягчить зиму, управлять морскими и воздушными течениями. Вы будете создавать по своей воле чудесные плоды, цветы и растения, будете изучать и осваивать Луну, Марс, Венеру и другие планеты, уничтожите болезни, продлите жизнь вдвое, втрое... Даже трудно представить себе блистательные перспективы жизни, науки и техники в ближайшие полвека, трудно представить то, что вы сделаете своими руками. Ваши горизонты шире, но это потому, что мы — ваши прадеды, деды и отцы — расчистили дорогу для вас, прошли самый трудный и опасный участок пути.

Вы будете жить в коммунизме. Но это не значит — без труда! Глубоко ошибаются те пустоцветы, которые уповают на счастливый случай, вместо того чтобы работать по плану. Успех всегда пропорционален затраченному труду. Поистине справедливы слова, что гений — это на один процент вдохновение и на 99 процентов — труд и терпение.

Глубоко ошибаются и те белоручки, которые чуждаются физического труда, думают, что вся работа в будущем сведется к нажиманию кнопок. Ведь прежде чем нажимать кнопки, прежде чем управлять машиной, нужно задумать ее, сконструировать, изготовить детали, собрать и отрегулировать, проверить и тогда уже пустить в ход. Вы будете бетонировать, сваривать, пилить, сверлить, шлифовать, чертить, рассчитывать. Вам изрядно придется поработать и руками, и головой в своей жизни. Готовьте себя к сложному, многообразному труду. Учитесь, чтобы трудиться как следует, читайте книги, посвященные науке и технике! Будьте трудолюбивы, требовательны к себе и скромны...

Мне выпало в жизни великое счастье в течение тридцати лет встречаться с самым трудолюбивым, требовательным и скромным из великих людей, с величайшим гением человечества — Владимиром Ильичем Лениным. Образ его незабываем! Небольшого общения с Лениным было достаточно, чтобы почувствовать его особую бодрящую силу, энергию борца, страстного, находчивого и много знающего. Ильич был преисполнен самоотверженной любви ко всем «страждущим и обремененным». И особенно отличался он исключительной простотой.

Костюм Ленина всегда был прост, обычен и опрятен. Фразерства он не выносил, высоко ценил меткое, простое, всем понятное слово. В самые ответственные моменты

[1] Эта статья написана Глебом Максимилиановичем Кржижановским в 1958 г. Сейчас Братская ГЭС уже дает ток, строятся еще более мощные.

своей жизни он всегда был самим собой. Необыкновенный трудолюбец, Владимир Ильич обладал необычайной способностью к неустанной и непрестанной работе над собой, редким умением организовать свой рабочий день и часы досуга.

Вся жизнь Ленина, все черты его служат замечательным примером для подражания. Я не говорю вам: «Будьте, как Ленин!» Такие, как Ленин, рождаются один раз в эпоху. Но старайтесь подражать ему, будьте достойны звания пионера-ленинца и члена Ленинского комсомола.

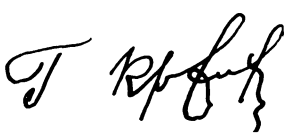
Я живо помню, как в одном из своих выступлений Владимир Ильич сказал, что тому поколению, к которому принадлежит он сам и его сверстники, уже не удастся дожить до светлых и радостных дней коммунизма.

— А вот те малыши, которых я вижу на руках многих матерей,— вот эти счастливцы узнают подлинную суть коммунизма,— говорил он.

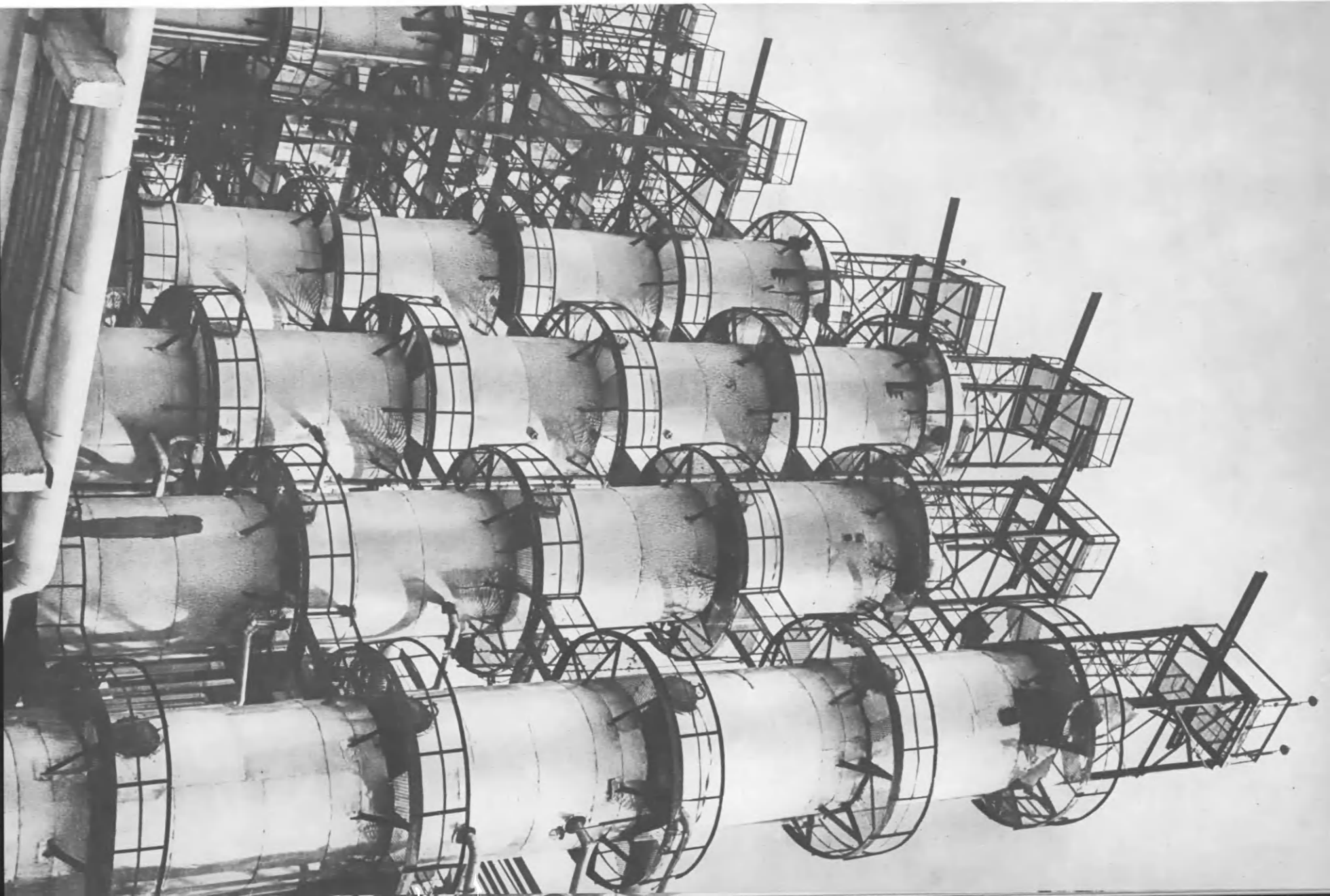
Малыши, о которых говорил Ильич,— это ваши отцы и матери. Мечта Ленина сбывается. Ваши родители войдут в коммунистическое общество на склоне жизни, вы — в цветущем возрасте. Им и вам, сегодняшним школьникам, предстоит величайшая задача — завершить строительство коммунизма.

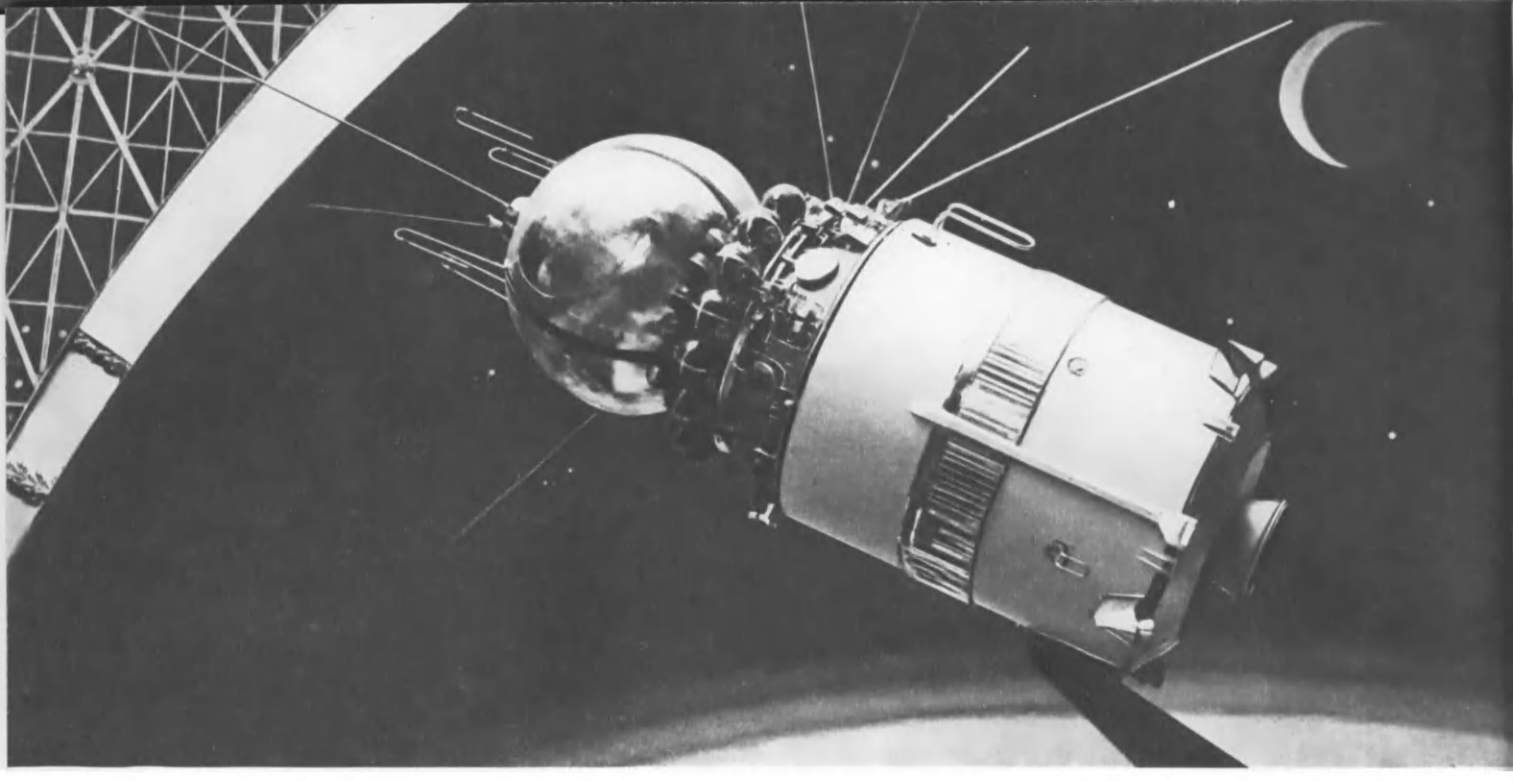
Будьте достойны этой чести, готовьте сейчас ваши руки, головы и сердца! Учитесь, думайте, трудитесь, дерзайте!

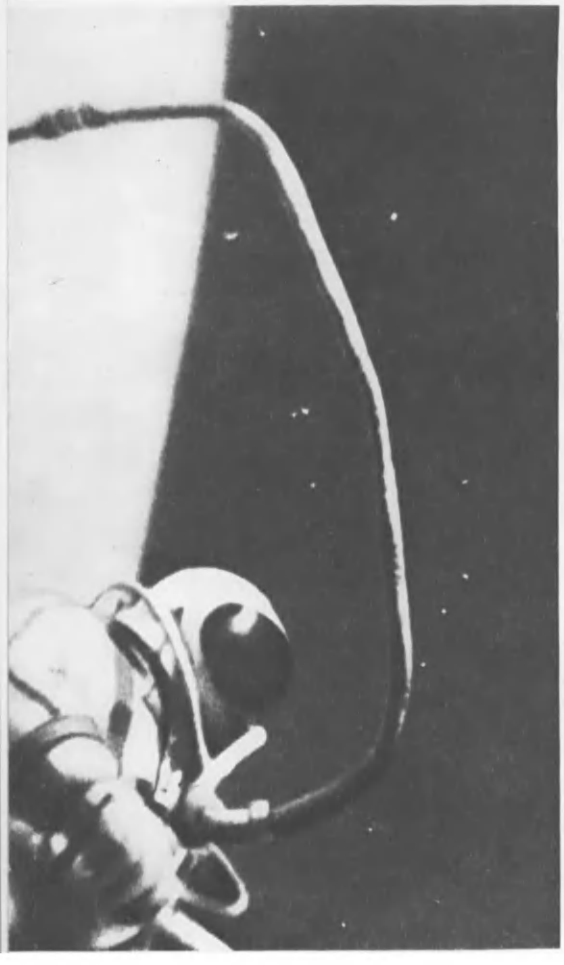
За работу, друзья!



Химия — это дешевые дома, дешевые машины, дешевая одежда. На снимке: цех органического синтеза химического комбината в Татарии.





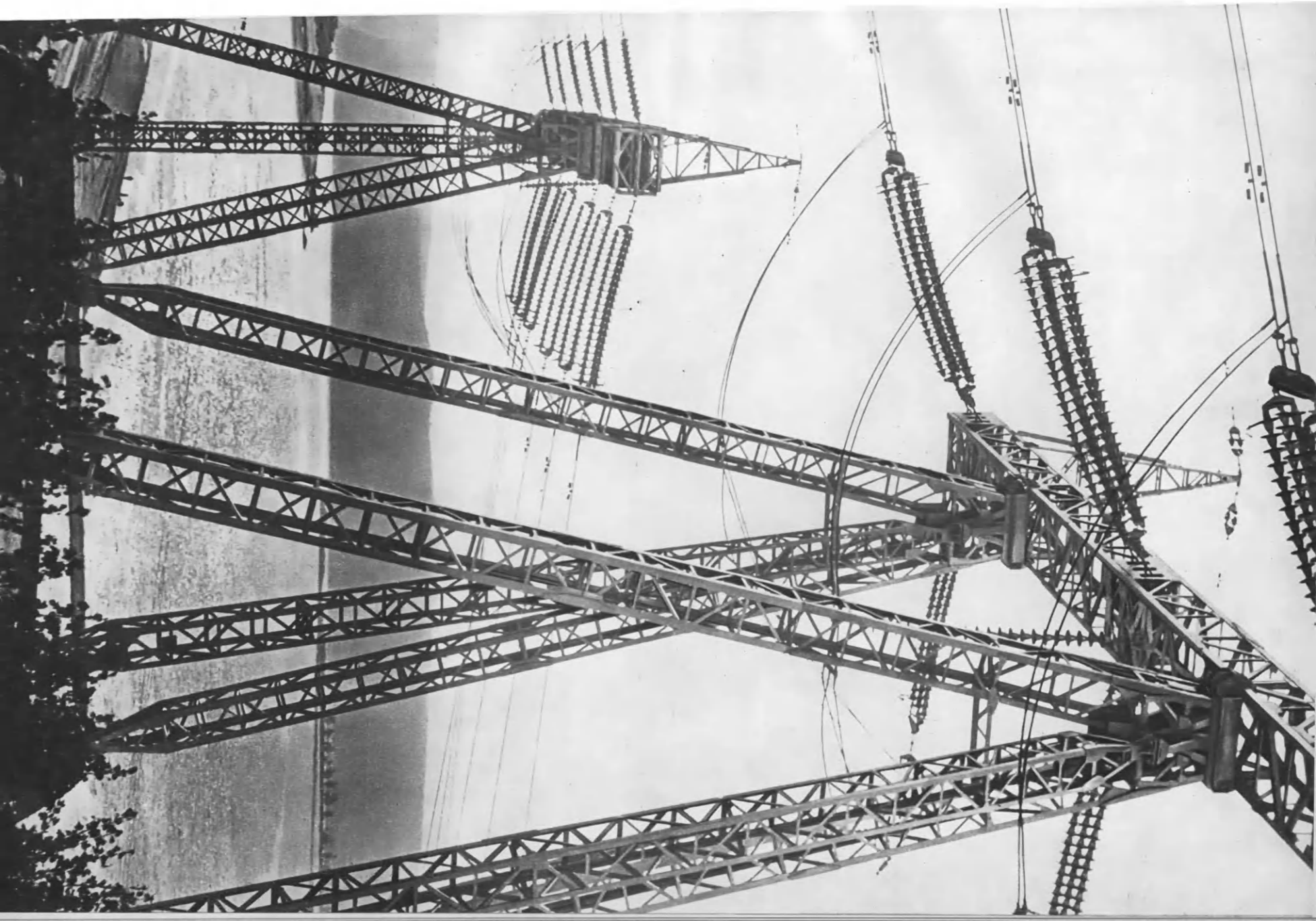


Космический корабль типа «Восток»— в числе экспонатов Выставки достижений народного хозяйства СССР в Москве. На таких кораблях совершали свои полеты Ю. А. Гагарин, Г. С. Титов, А. Г. Николаев, П. Р. Попович, В. Н. Терешкова, В. Ф. Быковский *(верхний снимок)*.

А это «спускаемая часть» корабля «Восток»; в иллюминатор видно катапультное кресло и скафайдр космонавта (*снимок справа внизу*).

Эта фотография сделана непосредственно в космосе! Космонавт А. А. Леонов покинул борт корабля-спутника «Восход-2» и вышел в открытое космическое пространство (*снимок слева внизу*).

Шагают по стране великаны, несут на плечах своих свет и силу.
И реки им — не помеха, и горы — не преграда.



Больше автоматов — производительней и увлекательней труд людей, выше уровень их жизни. На снимке: один из цехов-автоматов Первого Государственного подшипникового завода.

ТЕХНИКА И КОММУНИЗМ

...В огромном светлом цехе тянется длинная череда машин-автоматов. Людей почти не видно, но работа идет полным ходом. Лента конвейера непрерывным потоком подает в цех стальные заготовки. Они попадают в «руки» машин и выходят на другом конце цеха преображенными в изделия — неотличимыми одно от другого, блистающими свежей краской. Друг за другом, словно торопясь, изделия бегут дальше в отделение упаковки и оттуда, готовые к любому путешествию, уходят на склад готовой продукции.

На всем этом пути к металлу не прикасаются человеческие руки.

— Какая высокая техника! — с уважением говорят люди, наблюдая, как трудятся здесь современные «умные» машины.

...Человек пришел на прием к врачу, чтобы обследовать свой желудок. Ему дают проглотить совсем маленький, величиной с горошину, радиопередатчик в пластмассовой оболочке, и этот «радиопередатчик» тут же начинает сообщать врачу о состоянии желудка.

— Какая добрая техника! — с изумлением говорит каждый, кто знакомится с этим достижением современной медицины.

...По Красной площади мимо стен древнего Московского Кремля строгими рядами идут части механизированных войск, плывут громадные остроносые ракеты.

— Какая грозная техника! — с восхищением говорим мы, наблюдая этот парад.

...В квартирах советских людей трудятся «механические помощники» — пылесосы, полотеры, стиральные машины, холодильники. А бытовые радиоэлектронные устройства — радио- и телевизионные приемники, магнитофоны!

Техника... Технический прогресс... С этими словами связана теперь вся наша жизнь. Нет такой области народного хозяйства, успехи которой не были бы тесно, неразрывно связаны с техникой, с ее совершенствованием. Вооруженный самыми разнообразными машинами и механизмами, техническими приборами и приспособлениями, человек стал в наши дни настоящим волшебником из сказки. Он видит и слышит на тысячи километров. Опускается на дно глубочайшего океана и улетает от Земли в космос. За девяносто минут совершает кругосветное путешествие. Он получает из воздуха удобрение и из древесных опилок — резиновые шланги и галоши. Он может увидеть, как растет трава и как летит пуля. Ему подчиняются силы воды и ветра, энергия электричества и энергия атомного ядра.

Могучая и разнообразная современная техника увеличивает силы человека, данные ему природой, в десятки и сотни раз. Что может сделать человек только своими руками? За весь день мускульной работы он не сделает того, что сможет сделать один киловатт-час электроэнергии. А киловатт-часа достаточно для того, чтобы добыть в шахте и доставить на-гора 75 *кг* угля или выдоить с помощью электродоильного аппарата более 40 коров.

Чтобы представить себе, насколько увеличивают силы человека некоторые машины, стоит вспомнить современные землеройные машины. Например, роторный экскаватор — детище машиностроителей Ново-Краматорского завода — за один час вынимает и отбрасывает в сторону 3000 $м^3$ грунта! Чтобы только отвезти такое количество грунта в отвал, требуется тысяча восьмитонных автомашин.

На просторах нашей Родины идет громадное строительство. Каждый день строители перемещают около 9 млн. кубометров грунта — 300 тыс. железнодорожных платформ. Без помощи могучей строительной техники — экскаваторов, бульдозеров, скреперов — мы не могли бы выполнить и двадцатой доли такого объема земляных работ.

Не только производство, но и быт людей, их привычки беспрерывно изменяет, обогащает та техника, которая становится достоянием общества. Вспомнив, как жили, например, ваши деды, нетрудно увидеть, насколько иной стала жизнь за 50—60 лет под влиянием огромного потока технических усовершенствований, заполнивших наш быт.

Постепенно совершенствуясь и разветвляясь, техника заняла теперь в нашей жизни особое место. Без нее уже просто невозможно промышленное и сельскохозяйственное производство. На многих современных заводах и фабриках используются очень высокие давления, сверхвысокая температура, применяются невиданные скорости, громадная энергия. Без техники тут никак не обойтись! Многие и многие изделия требуют при их изготовлении исключительно точных технических методов измерения и контроля. Производственный процесс любого современного комбината, огромного по своим размерам, обязательно требует технических средств связи. Техника — разнообразная, могучая — необходима теперь и на стройках, и в сельском хозяйстве; царством техники стал весь современный транспорт.

Всюду техника! И она на наших глазах непрерывно совершенствуется, множится, становится все более могущественной.

Оценивая великое незаменимое значение технических устройств в жизни человека, в нашем движении вперед, к лучшей жизни, мы не можем забывать о главном — о том, что технический прогресс поднимает все выше производительность нашего общественного труда, а это очень важно для строительства коммунистического общества. «Повышение производительности труда,— писал еще в 1919 г. Владимир Ильич Ленин,— составляет одну из коренных задач, ибо без этого окончательный переход к коммунизму невозможен».

Коммунистическая партия нашей Родины, весь наш народ создают на земле прекрасное будущее человечества, строят мир, в котором будет действовать великий принцип коммунизма «от каждого — по способностям, каждому — по потребностям». Чтобы построить такой мир — мир изобилия для всех, мы должны иметь производство, которое, используя новейшие достижения науки и техники, дает самую высокую производительность труда.

Путь в коммунизм — это путь постоянного совершенствования техники, путь технического прогресса. Вот почему в Программе КПСС, наметившей конкретный план коммунистического строительства, говорится о том, что мы должны создать материально-техническую базу нового общества.

Новая могучая техника, которой будет вооружено наше производство, поднимет за 20 лет производительность труда в 4—4,5 раза. А объем промышленной продукции увеличится за эти годы не менее чем в шесть раз. Другими словами, наша страна по своей индустриальной мощи как бы раздвинется в своих границах и увеличится вшестеро! И это сделает героический труд советского народа, помноженный на технический прогресс.

* * *

Технический прогресс — понятие очень широкое.

Это — совершенствование всей многогранной современной техники: старая техника заменяется новой, а новая — новейшей; ручной труд перекладывается на плечи машин. Технический прогресс означает также совершенствование технологии производства — способов изготовления тех или иных изделий. При этом одна из величайших целей — повышение качества изделий до уровня лучших мировых стандартов. Эти две стороны технического прогресса тесно связаны. Но есть такие отрасли техники, развитие которых имеет решающее значение для ее прогресса. Об этих отраслях говорится в Программе партии — там, где дается характеристика основных условий создания материально-технической базы коммунизма.

Это — полная электрификация страны и совершенствование на ее основе техники, технологии и организации производства во всех отраслях народного хозяйства.

Это — комплексная механизация производственных процессов и все более полная их автоматизация. Это — широкое применение химии в народном хозяйстве; всемерное развитие новых, экономически выгодных отраслей производства, новых видов энергии и материалов. Это также всестороннее использование природных, материальных и трудовых ресурсов.

Важнейшую роль в техническом прогрессе играет наше машиностроение. Ежегодно советские машиностроители создают тысячи новых, все более совершенных станков, машин, механизмов, средств автоматики. Конструкторы новой техники добиваются, чтобы каждая вновь созданная машина работала лучше и быстрее, расходовала меньше энергии, стоила дешевле. Все теснее и плодотворнее связи машиностроения с сельским хозяйством. Конструкторы, инженеры, рабочие все полнее удовлетворяют запросы тружеников полей и животноводов в новой, прогрессивной технике.

С каждым днем все новые машины, цехи и целые производства автоматизируются, переводятся на «самостоятельную работу». При этом для полной автоматизации всего производственного процесса создается система машин-автоматов, в нее входят автоматы-двигатели, автоматы-орудия и управляющие автоматы. Вот пример такой автоматической системы. С осени 1964 г. на Криворожском металлургическом заводе начал действовать блюминг «1300» с непрерывно-заготовочным станом. Все операции на нем, включая уборку отходов проката, выполняют механизмы-автоматы. За работой этого огромного агрегата наблюдает один дежурный инженер.

Автоматизация социалистического производства — всюду, где это возможно и экономически выгодно,— главное направление технического прогресса наших дней.

Общественное производство эпохи коммунизма будет характеризоваться также обилием энергетических источников. Программой КПСС принят грандиозный план развития нашей электроэнергетики. Электричество — это самый удобный вид энергии. Ее можно дробить на любые части: огромный прокатный стан приводят в движение электродвигатели мощностью в сотни киловатт, а в карманном фонарике мы используем электрическую батарейку мощностью меньше одного ватта. Электрическую энергию можно мгновенно передавать на любые расстояния — туда, где она необходима. Эта энергия, при желании, легко превращается в другие виды, так же как и все другие виды энергии превращаются в электрическую.

Электричество уже настолько широко и всесторонне вошло в жизнь, что нам нелегко представить, как можно без него жить. И по мере того как развивается наше народное хозяйство, умножается мир машин, все большее значение приобретает электроэнергетика.

С помощью электричества осуществляется сейчас механизация и автоматизация производства. Обилие электроэнергии даст новую жизнь многим энергоемким производствам. Без титана, алюминия, никеля, без редких металлов, без разнообразных марок специальных сталей не может жить современная техника, а их получение немыслимо без электричества. Много электрической энергии требуют производства: сварочное, азотных минеральных удобрений, синтетических материалов... «Электрический конь» — наш транспорт. Все больше электроэнергии требуют разнообразные бытовые приборы. Внедрение электрической энергии в любую отрасль народного хозяйства несет с собой выгоды, улучшает, совершенствует производство.

Электрификация всей нашей страны — основа развития техники, основа создания материально-технической базы коммунизма. Вот почему в Программе КПСС подчеркивается необходимость обеспечить опережающие темпы производства электроэнергии. Электрификация дает могучую силу и неудержимую стремительность техническому прогрессу.

А вот еще один неисчерпаемый источник прогресса техники — химизация народного хозяйства. Химию справедливо называют наукой чудесных превращений. С ее помощью мы получаем то, что не дает и не может дать природа. Прекрасные заменители металлов и химические ткани, невиданные прежде строительные материалы и пищевые жиры, чудодейственные ростовые вещества и лекарства — все это дары современной химической науки и промышленности. Многие и многие вещества, созданные химиками, недаром называют «материалами технического прог-

ресса». Именно в них нуждается современная техника высоких скоростей, температур и давлений. Химия сегодня — это также обилие дешевых товаров народного потребления. Это—совершенствование, изменение в лучшую сторону многих производственных процессов, их ускорение и упрощение.

Дальнейшая электрификация, автоматизация и химизация современного производства имеют огромное значение и для развития сельского хозяйства.

Есть еще одна очень важная особенность современного производства — его тесная связь с наукой. Не только химия, но и физика, механика, математика оказывают теперь непосредственное и все более весомое влияние на промышленность и сельское хозяйство, становятся непосредственной производительной силой.

В машиностроении новые технические устройства все чаще теперь создаются на использовании последних научных достижений в области радиоэлектроники и кибернетики. Это позволяет существенно упрощать и совершенствовать производственный процесс, вводить новые методы управления и контроля, а в конечном счете опять-таки поднимать производительность труда и качество продукции.

Уже трудно назвать отрасль промышленности, где не работал бы сейчас мирный атом. Например, радиоактивное излучение дает возможность осуществлять автоматический контроль различных изделий. Металлическая лента просвечивается радиоизлучением (гамма-лучами) в процессе ее изготовления: чем толще лента, тем сильнее она поглощает излучение. При этом с помощью несложного автоматического приспособления можно поддерживать одну и ту же заданную толщину ленты, не останавливая производственного процесса.

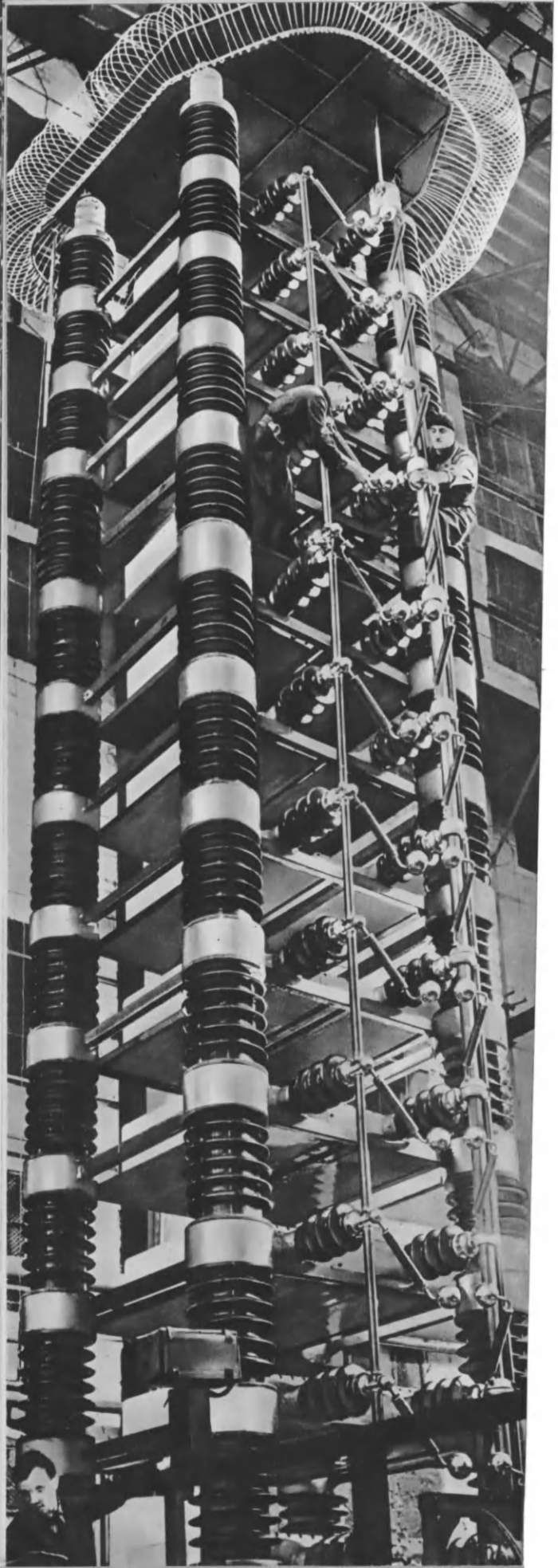
В энергетике физика и химия открывают теперь новые очень заманчивые и гораздо более простые пути получения электрической энергии, например при помощи топливного элемента, в котором химическая энергия преображается прямо в электрическую. Открыты и уже внедряются в жизнь и другие высокоэффективные способы получения электроэнергии. А теоретическая механика — научная база всего машиностроения.

* * *

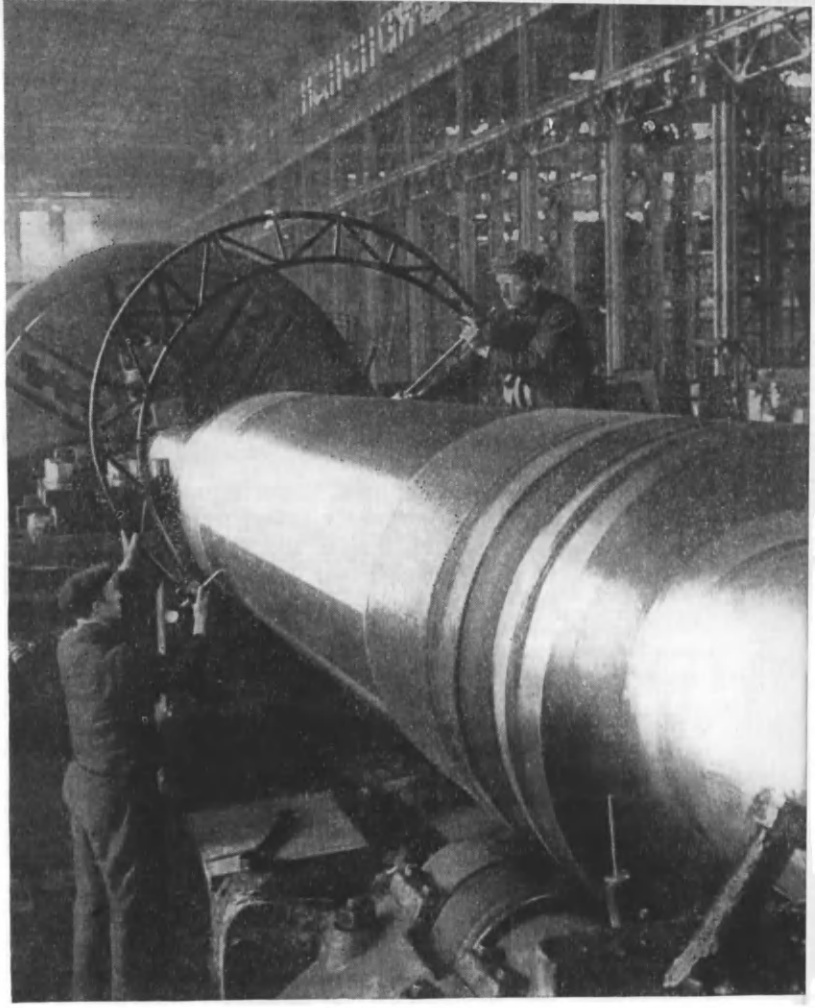
Перед вами лежит книга, в которой рассказывается о современной технике, о ее успехах и приложениях. (Важнейшей теме — сельскохозяйственной технике — посвящен большой раздел в т. 6 ДЭ «Сельское хозяйство».) Познакомьтесь с этой полезной книгой, подружитесь с великой силой, которая преображает окружающий нас мир, — с техникой XX века, и вы уверенно пойдете в жизнь, станете не гостями, а хозяевами в царстве машин, наших верных помощников, обогатите это царство своими открытиями. И в этом будет ваше настоящее счастье. На всю жизнь!

■

Ослепительный сноп искр — и в твердом сплаве, устоявшем перед стальным резцом, осталось тонкое отверстие. Его вырезал луч света. Такой луч-резец дает специальный квантовый генератор — лазер.



Рождающий молнию. С помощью этого уникального импульсного генератора можно получить разряд напряжением в несколько миллионов вольт.



ТЕХНИКА, ЕЕ ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

Сколько вы знаете различных машин? Двадцать? Тридцать? Может быть, насчитаете даже пятьдесят? Все равно это будет лишь небольшая часть всех машин и механизмов, которые служат в наш век человеку, облегчают его труд, украшают жизнь.

Машины делают для нас практически все, чем мы пользуемся. Полезные ископаемые добыты и переработаны с помощью различных машин и механизмов. Машины помогли нам построить дома, сделать мебель, книги, тарелки и карандаши... Из продукции сельскохозяйственного производства (из злаков, овощей, хлопка, выращенных и убранных тоже с помощью машин) пекут хлеб, делают сахар и консервы, заготовляют мясные изделия, шьют одежду и обувь. Чтобы осуществить эти операции, нужно много энергии — ее на электростанциях тоже производят для нас машины.

Да, без машин не обойтись! Что можно сделать одной своей силой? Совсем немного. Ученые подсчитали: чтобы удовлетворить все свои потребности, человек должен быть в 80 раз сильнее самого себя. Сказочными силачами и делают нас машины. Но прошло много веков, прежде чем человек стал таким великаном.

ПРОШЛОЕ

У наших далеких предков

...Холодные, серые воды океана. Голые, темные скалы. Почти не видно растительности. Тишину нарушают лишь плеск волн да пронзительные крики морских птиц. Из узкого горла небольшого залива выплывает лодка. В ней человек; он почти голый. Богатырские плечи, мощные руки и короткие слабые ноги. Не удивительно — ведь он почти все время проводит в лодке. Но он там не один — с ним жена и дети. Да, это лодка-дом — убежище и средство передвижения жителей Огненной Земли...

Такую картину застали здесь, на южной оконечности Американского континента, европейские путешественники. Огнеземельцы не строили жилищ, не вели счет дням, не имели никаких связей с другими народами. Они питались тем, что давала природа,— рыбой, моллюсками, съедобными водорослями, яйцами морских птиц. Они жили так, как много тысяч лет назад жили на Земле все люди.

В разных уголках земного шара ученые-археологи разыскивают и изучают сохранившиеся следы жизни наших далеких предков — остатки их поселений в пещерах, предметы быта, орудия труда. По этим находкам мы узнаем, как постепенно, в процессе труда, человек делал различные орудия и совершенствовал их. На протяжении всей истории развития человеческого общества люди создавали все новые и новые орудия труда, использовали новые и новые материалы, применяли новые и новые способы их обработки. В этом и заключался прогресс техники — от рычага, мотыги, топора до современных автоматических линий.

С этого, пожалуй, и началась история техники...

Самые первые орудия человек просто брал у природы, находя крепкую палку или острый камень. Затем у первобытных людей родилась счастливая мысль привязать стеблями гибких растений заостренный камень к палке. Это был первый каменный топор. Наряду с камнем и деревом для изготовления орудий труда применялись кости, раковины, сухожилия животных и пр. Так в постоянной тяжелой борьбе за существование люди создали топоры и ножи, палицы и копья, луки и стрелы...

В процессе труда, изготовляя орудия, изменялся и сам человек — совершенствовались руки, изощрялся ум, приобреталась сноровка. Постепенно человек понял: чтобы быстрее свалить дерево, нужно сначала изготовить топор, чтобы удобнее было копать землю, надо сделать мотыгу, а чтобы легче поднять тяжесть — изготовить рычаг. Затраты труда при этом вполне себя оправдывают. Сделав орудие, можно быстрее и легче добывать то, что необходимо для существования.

Сильным толчком для материально-технического прогресса было открытие огня. С его помощью люди научились не только варить пищу и защищаться от холода и хищных зверей, но и обжигать глиняные изделия, обрабатывать каменные орудия. А позднее огонь привел к открытию металлов — материала, из которого мы до сих пор делаем большинство орудий труда. До наших дней огонь остается важным средством обработки изделий в промышленности. Большое значение для развития техники имело также приручение животных — лошади, буйвола, верблюда...

В ту же эпоху (а длилась она много тысяч лет) люди создали первые машины. Они были очень простыми и приводились в действие силой человека. Но это было огромным шагом вперед. Вот простой пример. Зерна злаков сначала просто растирали между двумя камнями. А потом эти камни немного обработали и стали вращать один из них. Дело пошло куда быстрее. Так появилась ручная мельница.

На заре истории техники

Совершенствование средств труда постепенно вело к тому, что человек мог произвести несколько больше одежды и пищи, чем ему надо было, чтобы кое-как существовать. С этого вре-

Величайшее достижение древней техники — колесо. Оно ведет свою родословную от катков, помогавших рабам древнего мира возводить грандиозные сооружения.

мени в племенных объединениях возникло новое явление: происходит деление на богатых и бедных. Обладающие властью — вожди племени, старшие рода —присваивают себе бóльшую часть произведенных продуктов. Пленных уже не убивают и не принимают в члены рода, как раньше. Их теперь превращают в рабов.

Так начали создаваться основы нового общественного строя — рабовладельческого. За счет бесчеловечной эксплуатации сотен тысяч и миллионов рабов происходит ускоренное накопление богатств, совершенствуется техника. Рабовладельческое общество оставило много замечательных памятников труда. Вспомните такие сооружения древности, как египетские пирамиды, крепости Вавилона, греческие храмы, дороги и акведуки, построенные римлянами во многих странах мира, храмы Индии, крепости Средней Азии, дворцы и гробницы ацтеков и майя.

Именно в этот период появился термин «техника». Происходит он от греческого слова, означающего искусство, мастерство. И действительно, в то время самым важным в технике было индивидуальное мастерство человека. Именно от умения ремесленника или раба зависело, насколько прочен будет меч, как хорошо обтесана и уложена в стену глыба камня, насколько красива ткань или удобен глиняный кувшин.

Но, конечно, все большую роль приобретают орудия труда. Какие же технические приспособления использовались в эпоху рабовладельческого общества?

Воздвигая огромные сооружения, строители того времени пользовались рычагами. Свойства рычага изучил в III в. до н. э. гениальный древнегреческий ученый Архимед. Другое величайшее изобретение техники — колесо ведет свою родословную от катков. (Оно используется и сейчас в огромном большинстве машин и механизмов.) В ту же эпоху люди сделали первые шаги в использовании природной энергии — силы ветра. На морских весельных судах, где гребли прикованные к скамьям рабы, устанавливались и паруса.

Более широко энергия воды и ветра начинает использоваться во времена феодализма. Вода приводит в движение колеса мельниц, тяжелые молоты и мехи в кузницах. Шире применяется и энергия ветра — в ветряных мельницах, на кораблях. Но все эти источники энергии были «привязаны» к одному месту, зависели от погоды, от времени года и т. п.

Основными материалами техники в это время остаются камень, дерево, медь, бронза, железо. Появляется и сплав железа с углеродом — сталь. Она была намного прочнее всех известных ранее материалов. Из стали делали оружие, воинские доспехи, инструменты. Люди научились изготовлять и такие важные материалы, как бумага, стекло. Было создано книгопечатание.

Был изобретен порох, появилось огнестрельное оружие.

Возникают и совершенствуются приспособления для переработки материалов (техно-

В эпоху феодализма важнейшим источником энергии была энергия воды и ветра.

логические машины) — лесопилки, устройства для размельчения руды, бумажные мельницы, большие кузнечные молоты, металлоплавильные печи.

Новое время

Идут века. Растут средневековые города, в них развиваются разнообразные ремесла. Разбогатевшие купцы организуют военно-торговые экспедиции в далекие страны. Нарождаются классы пролетариата и буржуазии. Время выдвигает новые требования, рождает новые взгляды и открытия. Буржуазия заинтересована в развитии производств, в совершенствовании техники. А для этого нужна наука, опытное, всестороннее изучение природы.

Наступает век великих географических открытий. В морские дали, к неведомым землям устремляются бывалые моряки, купцы, искатели приключений. Христофор Колумб открывает новый материк — Америку, каравеллы Магеллана совершают первое путешествие вокруг земного шара. Все новые большие и малые земли открываются в океанских просторах. То была бурная эпоха великих открытий и изобретений, эпоха, о которой Ф. Энгельс писал: «Это был величайший прогрессивный переворот из всех пережитых до того времени человечеством, эпоха, которая нуждалась в титанах и которая породила титанов по силе мысли, страсти и характеру, по многосторонности и учености».

Возникают первые капиталистические предприятия — мануфактуры. Беспощадной была здесь эксплуатация трудящихся. Рабочий день длился 14—16 часов, трудились даже маленькие дети.

Каждый рабочий выполнял на мануфактуре только какую-нибудь одну операцию. Например, при изготовлении ткани одни рабочие сортировали шерсть, другие пряли, третьи ткали, четвертые отделывали и т. д., тогда как раньше все эти операции выполнял один ремесленник. Подобная организация работы была выгодной. Производительность труда очень возросла. Кроме того, она имела большое значение для развития техники. Несложные

Большой шаг вперед сделала техника в век великих географических открытий.

операции, на которые был расчленен трудовой процесс, в принципе можно было поручить машинам. Именно мануфактуры создали предпосылки для победы машинной техники.

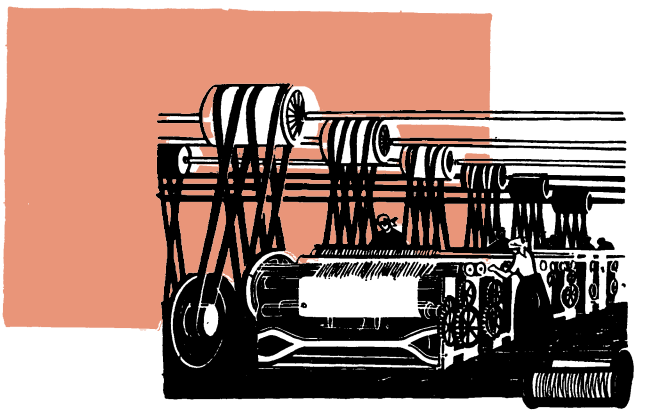
Но одних машин недостаточно — их надо приводить в движение. Был нужен такой источник энергии, который не был бы «привязан» к одному месту, как энергия текущей воды, не зависел бы от погоды, как энергия ветра.

И такой вид энергии нашли — тепло, энергия водяного пара. Над тем, как обуздать эту энергию,трудились многие изобретатели в XVII и XVIII вв.— англичане Томас Севери и Томас Ньюкомен, француз Дени Папен, русский И. И. Ползунов...

В 1698 г. Т. Севери изобрел паровой насос для откачки воды из шахт. А в 1705 г. Т. Ньюкомен, познакомившись с работами Д. Папена, создал пароатмосферную машину. Принцип ее работы был такой: пар из котла входил в цилиндр и поднимал его доверху. Затем в цилиндр под поршень пускали воду, пар конденсировался, давление понижалось, и атмосферное давление опускало поршень вниз. Машина была крайне громоздкой, действовала неравномерно и требовала огромного количества угля. Поэтому ее можно было использовать только для откачки воды на шахтах.

Первый паровой двигатель непрерывного действия создал И. И. Ползунов. Его машина была построена в 1766 г. и некоторое время работала на Урале на металлургическом заводе. Создателем универсального парового двигателя, который получил широкое распространение, стал английский механик Джемс Уатт. Работая над усовершенствованием пароатмосферной машины Ньюкомена, он в 1784 г. построил двигатель, который годился для любой машины. А нужда в таком двигателе была тогда огромная. В наиболее развитых странах Европы ручной труд на капиталистических фабриках и заводах все больше заменялся работой машин. Универсальный двигатель был необходим производству, и он был создан. Таков закон развития техники — *изобретения появляются и внедряются в жизнь тогда, когда в них возникает необходимость.*

В конце XVIII — начале XIX в. появляются машинные фабрики и заводы — комплексы машин, которые при помощи системы передач (трансмиссий) приводились в движение одним двигателем. Наступает время, названное в истории техники промышленным переворотом. С этого периода техника начинает развиваться значительно быстрее, чем раньше. Особенно важным результатом промышленного переворота было возникновение машиностроения, т. е. предприятий, делающих машины для других фабрик и заводов.



В XIX в. становятся все более многочисленными фабрики и заводы с машинным производством, на которых станки приводились в движение через сложную систему передач.

Развиваются горное дело, металлургия, металлообработка. Большое значение приобретает резание металлов. Андреем Нартовым еще в первой четверти XVIII в. был изобретен механический суппорт для токарного станка. (Несколько десятилетий спустя это изобретение повторил английский механик Г. Модсли.) Станки с механическим суппортом постепенно распространились во многих странах. Теперь на токарном станке можно было делать сложные детали машин с такой точностью и быстротой, что с ними не мог конкурировать даже самый искусный ремесленник.

Сотни и сотни фабрик, заводов заработали на полный ход. Дымили тысячи труб, стучали и гремели станки, рабочие трудились с утра до ночи. Развивающееся производство ежедневно требовало огромного количества каменного угля, дров, металла, хлопка и других материалов. А на складах скапливались кипы готовых товаров. Как все это вывозить? Лошади и медлительные парусные суда, зависящие от капризов погоды, не могли справиться с постоянно растущим потоком грузов. Для развивающегося машинного производства нужен был и механический транспорт.

И такой транспорт вскоре появился. Помог этому все тот же универсальный паровой двигатель. В 1803 г. в Париже на р. Сене американец Р. Фультон впервые испытал судно, движимое силой пара. А через четыре года по р. Гудзону уже ходил построенный Фультоном

Техника дала людям тысячи и тысячи изделий. Техника дала людям и транспорт, способный быстро развозить эти изделия и доставлять на фабрики сырье и топливо. Первыми механическими средствами транспорта были пароход и паровоз.

первый в мире колесный пароход «Клермонт» с двигателем мощностью в 20 *л. с.*

В 1814 г. англичанин Джордж Стефенсон создал паровоз, который двигал состав весом 30,5 *т* со скоростью 6 *км/час*. В России отец и сын Черепановы, крепостные мастера уральского завода, тоже вскоре построили паровоз. Механический транспорт начал действовать и быстро распространился по всем промышленно развитым странам.

В XIX в. техника сделала огромный скачок вперед. Были созданы новые, быстроходные станки. Люди научились получать высококачественную сталь в конвертерах, изобретенных англичанином Генри Бессемером, и в печах, предложенных французами Эмилем и Пьером Мартенами. Наука в это время давала технике все новые и новые металлы и сплавы. Появился, например, металл будущей авиации — алюминий.

Широкое развитие получают химия и химическая промышленность. Огромное значение в убыстренном прогрессе этой важнейшей отрасли производства имели работы замечательных русских ученых—Д. И. Менделеева и А. М. Бутлерова. Появляются первые крупные химические заводы: предприятия по производству соды, серной кислоты, минеральных удобрений.

Поиски более удобного и экономичного теплового двигателя шли по двум основным путям. Одни изобретатели стремились создать принципиально новый вид теплового двигателя, в котором топливо сгорало бы прямо в цилиндре. Такой двигатель был бы меньше по размерам и удобнее, особенно на транспорте. Другие изобретатели стремились усовершенствовать паровой двигатель, сделать его более мощным и экономичным.

Долгие поиски дали свои результаты. Француз Ленуар в 1860 г. создал первый двигатель внутреннего сгорания. В нем он сохранил части паровой машины—поршень и цилиндр, использовал в качестве топлива нефть, а для ее зажигания предложил электрическую искру. Новый двигатель стал прообразом современных моторов, которые сейчас работают на автомобилях, тракторах, винтомоторных самолетах.

А в 1897 г. немецкий инженер Рудольф Дизель получил патент на другой тип двигателя внутреннего сгорания. В нем не было системы электрического зажигания, в цилиндре сжимался воздух, а затем впрыскивалось горючее. При сжатии температура повышалась и горючая смесь самовоспламенялась. Двигатель этого типа — его назвали дизелем — установлен сейчас на теплоходах и тепловозах, тяжелых автомобилях и походных электростанциях.

Коренным образом изменился и паровой двигатель. Изобретатели решили использовать не давление пара, а скорость его движения. Так была создана в 1884 г. англичанином Парсонсом первая многоступенчатая паровая турбина.

Все это были достижения огромной важности в истории развития техники XIX в. Но главным, величайшим из них было широкое распространение нового вида энергии — электричества. Путь его был долгим и трудным, но именно электричество сделало нашу технику такой, какой мы ее видим сегодня.

Победа электричества

В один из осенних дней 1838 г. жители Петербурга, проходившие по набережной Невы, невольно останавливались и с интересом смотрели на реку. По ней против течения шла большая лодка необычного вида. На лодке не было ни гребцов, ни весел. Не походила она и на пароход. У судна были гребные колеса, но не было трубы, не было слышно стука парового двигателя. Какая-то сила вращала гребные колеса, и лодка быстро продвигалась вперед, преодолевая сильное встречное течение.

Это испытывалось первое в мире судно, приводимое в движение электрическим мотором; ток для него давала мощная батарея гальванических элементов.

Электрические явления были известны еще в древней Греции. Однако серьезно их начали изучать только в конце XVIII в. После того как замечательный английский физик Майкл Фарадей открыл в 1831 г. электромагнитную индукцию (см. статьи раздела «Электромагнитное поле» в т. 3 ДЭ), начинается работа над созданием источников (генераторов) электрического тока и электродвигателей.

Одним из первых такой двигатель создал в 1834 г. русский ученый и изобретатель Б. С. Якоби. Его двигатель состоял из вращающегося диска, по окружности которого были закреплены электромагниты. Такие же электромагниты были укреплены по окружности на неподвижной раме. Когда включался электрический ток, подвижные и неподвижные электромагниты притягивались друг к другу и диск начинал вращаться.

Почти четыре года совершенствовал Якоби свое изобретение, прежде чем решил его продемонстрировать. Наконец все сомнения отпали, и осенью 1838 г. новый электрический двигатель был успешно испытан на Неве. Так был создан практически пригодный электрический двигатель, работающий на постоянном токе.

Вскоре появились и другие, более совершенные двигатели и генераторы электрического тока. Одновременно велись опыты по передаче электрической энергии на дальние расстояния. Французский ученый М. Депре построил линию длиной 57 *км* и передавал по ней ток напряжением 2 тыс. *в* и мощностью 3 *квт*. Ф. Энгельс писал об этих опытах:

«Паровая машина научила нас превращать тепло в механическое движение, но использование электричества откроет нам путь к тому, чтобы превращать все виды энергии — теплоту, механическое движение, электричество, магнетизм, свет — одну в другую и обратно и применять их в промышленности. Круг завершен. Новейшее открытие Депре, состоящее в том, что ток очень высокого напряжения при сравнительно малой потере энергии можно передавать по простому телеграфному проводу на такие расстояния, о каких до сих пор и мечтать не смели, и использовать в конечном пункте,— дело это еще только в зародыше,— это открытие окончательно освобождает промышленность почти от всяких границ, налагаемых местными условиями...»

Электротехника переживала во второй половине XIX в. бурное развитие. Знаменитый изобретатель П. Н. Яблочков предложил использовать электричество для освещения. Разрабатывая схему питания своих «электрических свечей», он, по существу, дал прообраз современных энергетических систем с центральной электростанцией, с повышающими

ПЕРВЫЙ ПРОЕКТ РЕАКТИВНОГО САМОЛЕТА

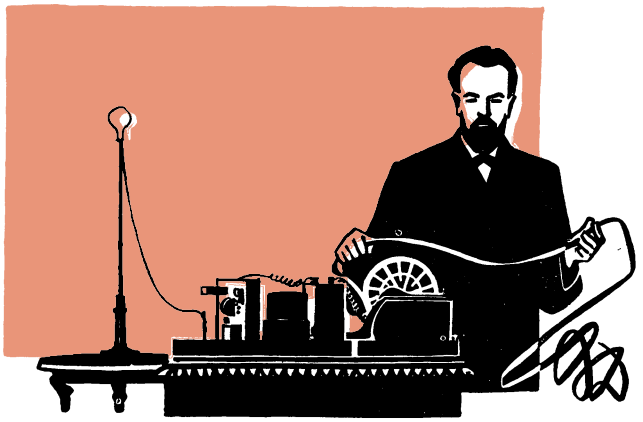
Первая фотография этой рукописи, присланная из Парижа, оказалась неудачной. Даже опытный музейный работник, в совершенстве знавший французский язык, не смог ее прочесть. Вторая была более совершенной. Рукопись удалось перевести на русский язык. И тогда историки авиации сделали замечательное открытие...

Отставной артиллерийский офицер Николай Афанасьевич Телешев почти 100 лет назад зарегистрировал в Париже заявку на «реактивный самолет». Расшифрованная французская рукопись была «Описательным докладом для подтверждения заявки на патент», поданным в патентное бюро Франции 17 августа 1867 г.

Конечно, реактивная летательная машина Н. А. Телешева — или, как он называл, «теплородный духомет» — не похожа на современные реактивные самолеты.

Но многие свойства этого аппарата позволяют считать его подлинным прародителем реактивных самолетов современности.

О жизни Николая Афанасьевича Телешева, к сожалению, сведений очень мало. Известно, что в царской России министры и чиновники осмеяли создателя замечательного проекта, они назвали его «химерой», «мечтой». Известно также, что, когда народовольцы в 1881 г. казнили царя Александра II, Н. А. Телешев был заподозрен в близости к революционерам. Вовремя предупрежденный, Николай Афанасьевич успел скрыться. Он жил в Париже и скончался в 1895 г. шестидесяти семи лет. Друзья замечательного русского изобретателя похоронили его на кладбище Пер-Лашез. В земле, где покоятся великие бойцы Парижской Коммуны.



Изобретение А. С. Поповым «беспроволочного телеграфа» положило начало истории радио.

и понижающими трансформаторами, с электродвигателями и осветительными приборами.

Русский инженер М. О. Доливо-Добровольский предложил применять трехфазный ток и создал электродвигатель переменного тока.

В 1899 г. генератор трехфазного тока был впервые соединен с паровой турбиной. Так появилась наша современная энергетическая схема, в которой есть первичный двигатель, черпающий энергию от природы, генератор электроэнергии и вторичный двигатель. Так было положено начало электрификации, которую Владимир Ильич Ленин назвал основой техники будущего.

Современная жизнь немыслима без электрических двигателей. Они работают всюду: в шахте и на железной дороге, в квартире и на фабрике, на подводной лодке и на теплоходе, в механической мастерской и в лаборатории ученого. Они во многом облегчают нашу жизнь.

Электрический двигатель имеет в сравнении с паровой машиной ряд больших преимуществ. Он занимает немного места, при работе электромотора не выделяется ни дыма, ни пара, ни газов. В любое время его можно пустить в ход, достаточно лишь включить рубильник, т. е. пустить в мотор электрический ток. Он значительно более прост, чем паровая машина. Его можно сделать любых размеров, любой мощности — от моторчика для настольного вентилятора до двигателя, приводящего в движение огромную машину на фабрике или заводе.

Электричество помогло осветить города. Изобретатели П. Н. Яблочков, А. Н. Лодыгин, Т. Эдисон много сделали для того, чтобы тьма ночи отступила перед человеком.

Благодаря электричеству появились новые технические процессы — электротермическая обработка, электрохимия, электросварка. Электричество открыло широкие пути автоматике.

Электрическая энергия дала миру также современную связь — быструю и надежную. Благодаря работам американца С. Морзе, русского ученого П. Л. Шиллинга и других был создан телеграф. В 1876 г. американец А. Белл создал телефон.

Победное шествие электричества продолжалось. В 1895 г. профессор А. С. Попов впервые продемонстрировал в Русском физико-химическом обществе свое новое изобретение —«беспроволочный телеграф». Началась история радио, которое в процессе своего развития превратилось в огромную, широко разветвленную область техники — радиоэлектронику.

XX век принес технике новые замечательные победы. Мощнейшим рычагом в развитии всех сторон жизни нашего общества явилась Великая Октябрьская социалистическая революция. Она открыла широчайшие перспективы технического прогресса. Каждое десятилетие в развитии техники теперь равнялось прежнему столетию.

■

НАСТОЯЩЕЕ

...В двух часах езды от Москвы, в г. Обнинске, стоит несколько зданий. Самое большое из них, трехэтажное, чем-то напоминает школу. Только высокая труба нарушает впечатление.

Здесь трудятся могучие силы атома. Это — первая в мире атомная электростанция, созданная гением советского человека. В 1954 г. она дала ток.

Сердце атомной электростанции — ядерный реактор, или, как его еще называют, атомный котел. Здесь находится «атомное топливо», или, говоря точнее, ядерное горючее. Таким горючим служит теперь главным образом тяжелый серебристый металл уран. Процесс «горения» атомного топлива идет не прекращаясь. Деление урановых ядер сопровождается выделением огромных количеств энергии. За ее счет нагре-

вается вода, пар вращает турбины электрогенераторов — и по проводам «бежит» электрический ток (см. ст. «Атомные электростанции»).

Атомные реакторы работают уже на нескольких советских электростанциях. Они движут и ледокол «Ленин» — флагман советского Северного флота. Они действуют в научно-исследовательских институтах и лабораториях. Появились передвижные атомные электростанции — замечательные помощники тех, кто в глухих и далеких районах ищет полезные ископаемые, прокладывает дороги, строит заводы и фабрики, возводит новые города.

Движущая сила

Немногим более ста лет назад царская Россия была участницей Всемирной выставки в Лондоне. Посетители выставки высоко оценили «мягкое золото» сибирских соболей, любовались изделиями из уральского малахита. Что касается научно-технических достижений, то показать России тогда было почти нечего. Гениальные труды русских ученых были мало известны за рубежом.

В 1958 г. на Всемирной выставке в Брюсселе Советский Союз демонстрировал народам мира «электростанцию будущего» — действующую модель первой атомной станции; первые небесные тела, созданные человеком,— искусственные спутники Земли; самые совершенные станки с программным управлением...

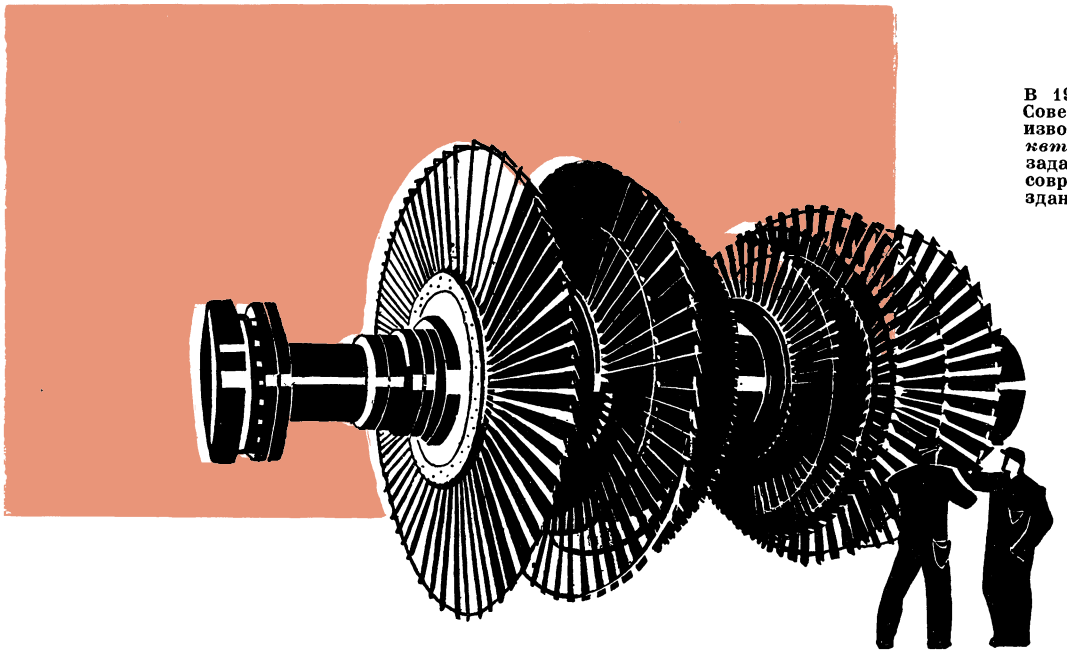
Это были зримые плоды невиданного технического прогресса страны, живущей под солнцем социализма. При социализме, говорил В. И. Ленин, техника из силы, порабощающей человека, впервые становится мощным орудием его освобождения. Идя по пути, указанному нашим великим учителем, советский народ превратил отсталую в техническом отношении Россию в страну мощной промышленности и первоклассной техники.

Борьба за коммунизм предусматривает как важнейший фактор всесторонний технический прогресс, постоянное совершенствование техники. А одно из непременных условий ее развития, как указал В. И. Ленин,— электрификация.

Вот почему Коммунистическая партия и Советское правительство уделяют такое большое внимание развитию электроэнергетики в нашей стране.

Изобилие энергии — это важнейший залог автоматизации и механизации на производстве и в быту, это высочайшая производительность труда и столь же высокий уровень жизни людей.

Ученые СССР работают сейчас над проектами создания ЕЭС — Единой энергетической системы страны. Это очень сложная техническая задача — объединить огромные потоки энергии, поступающие со всех электростанций. Но зато



В 1980 г. электростанции Советского Союза будут производить 2700—3000 млрд. *квт·ч* электроэнергии. Эту задачу поможет выполнить современная техника, созданные ею турбины-великаны.

и очень выгодно создать единую сеть и направлять энергию туда, где она больше всего нужна в данное время. Известно, например, что вечер наступает на Урале раньше, чем в центральном районе. Электростанции Центра в это время начинают передавать на Урал часть вырабатываемой ими энергии. Но и утро приходит на Урал раньше, и тогда поток электроэнергии идет в обратном направлении — с Урала в Центр. (Более подробно о целях и преимуществах ЕЭС рассказано в ст. «От плана ГОЭЛРО к большой энергетике».) В нашей стране уже действует ряд энергетических систем больших районов Советского Союза. А энергосистема Западной Украины объединена с энергосистемами некоторых социалистических стран Европы.

Ученые и инженеры работают над новыми проектами электростанций, над принципиально новыми способами получения электрической энергии. Это не только сверхгигантские электростанции, которые возникнут на сибирских реках. Это и огромные станции, которые будут использовать энергию морских приливов и отливов, энергию ветра и солнечных лучей (см. ст. «Энергетика будущего»).

Широкие горизонты перед советской энергетической техникой открывает использование внутриядерной энергии. Уже ясно видны перспективы создания термоядерных электростанций. Каждая такая электростанция станет, по существу, маленьким солнцем на Земле — в ней будут происходить те же реакции, что и в недрах нашего светила. А топливом будет служить тяжелый водород — это почти неисчерпаемый источник энергии.

Так развивается современная энергетическая техника. Много и плодотворно работают ученые и инженеры нашей страны, героически трудится весь советский народ, чтобы дать изобилие энергии для заводов и шахт, для миллионов и миллионов разнообразных машин и механизмов, радиостанций и телевизоров, нефтепромыслов и электровозов. А главное — для блага советских людей, для улучшения и облегчения их жизни, для того, чтобы наш народ как можно скорее построил самое справедливое, самое счастливое общество — коммунистическое.

В мире автоматики

Чтобы создать атомную электростанцию и управлять ею, чтобы построить сверхмощную паровую турбину или гигантский генератор, чтобы даже спроектировать и рассчитать их, нужна сложнейшая техника, нужны «умнейшие» машины.

Вот мы на атомной электростанции. В ее реакторе выделяется огромное количество энергии. Как управлять этим процессом, чтобы он протекал равномерно, как подчинить его себе? Ведь люди не могут даже близко подойти к реактору. Но человек создал себе помощников — автоматы. Это они следят за всем и мгновенно сообщают на пульт управления, это они моментально включат нужный механизм.

Перед нами лопатка паровой турбины для ТЭЦ. Оказывается, она требует сложнейших математических расчетов. Ее конструктор должен предусмотреть все: и материал, который выдержал бы огромные температуры и скорости вращения, и очень точную конфигурацию, и крепление лопатки к валу.

И тут на помощь приходят электронно-вычислительные машины. Созданные человеком, они делают все необходимые расчеты в тысячи раз быстрее и точнее, чем люди. А затем на заводе автоматы сами управляют резцами станка и очень точно изготовляют эту лопатку — важную часть турбины.

Современная техника немыслима без автоматов. Не будь автоматов, не могли бы летать сверхзвуковые самолеты, подниматься в космос ракеты, работать огромные химические заводы и прокатные станы, погружаться в глубины океана подводные лодки, двигаться скоростные тяжелогруженные поезда.

Современная техника непрерывно совершенствуется, переходит ко все более и более сложным автоматам. Сейчас уже есть автоматические системы, которые не только следят за тем, чтобы машины работали в заданном режиме, но и сами настраиваются на нужный режим, выбирают наивыгоднейшие условия работы или изменяют свою программу в соответствии с внешними условиями.

Развитие автоматики связано прежде всего с успехами электроники. Это она дала возможность создавать в больших масштабах автоматические машины и целые системы машин, управляемые приборами и другими машинами (более подробные сведения об этом вы можете найти в статьях разделов «Автоматика» и «Радиоэлектроника»).

В конце 40-х годов нашего века в результате того, что были созданы и начали применяться электронно-вычислительные машины, возникла новая наука — кибернетика. Эта наука о связи, управлении и регулировании в машинах

и живых организмах значительно расширила возможности автоматизации производственных процессов.

Кибернетика изучает живые организмы и машины с точки зрения способности воспринимать определенную информацию (см. ст. «Универсальный носитель информации»), хранить и передавать ее, перерабатывать в сигналы, которые направляют деятельность данных организмов или машин.

С развитием техники автоматических устройств, с возникновением кибернетики автоматизация пошла вперед семимильными шагами. Стали появляться не только отдельные автоматические машины, но и целые автоматические цехи и заводы.

Автоматизация — это гигантский переворот в технике, качественно новое ее состояние. Она не только быстро двинула вперед производство, позволила резко поднять производительность труда, она коренным образом изменила сам характер труда. Однако в капиталистическом обществе автоматизация во многих случаях становится врагом трудящихся. Когда капиталист автоматизирует производство, он безжалостно выбрасывает на улицу всех рабочих, без которых может обойтись. Растет безработица, и еще больше обогащаются эксплуататоры.

Совершенно иное дело у нас. В социалистическом обществе автоматизация не несет никакой угрозы безработицы.

Для внедрения автоматики, для того чтобы управлять ею, нужны знания, необходимо среднее и даже высшее техническое образование, высокая культура труда. Так автоматизация в нашей стране ведет к повышению культурно-технического уровня трудящихся, к стиранию граней между умственным и физическим трудом.

На автоматизированных предприятиях весь тяжелый физический труд поручается машинам. Труд человека становится качественно иным. Кроме того, автоматизация у нас ведет к сокращению рабочего дня, к тому, что люди будут иметь все больше и больше времени для отдыха и художественного творчества.

Как видим, автоматизация — одно из главных средств в борьбе за изобилие, за коммунизм. Именно поэтому ей уделено такое большое место в Программе КПСС. Там подчеркивается, что в ближайшие годы у нас будет развиваться комплексная автоматизация и механизация производства. Это значит, что будут внедряться целые автоматизированные и механизированные цехи, заводы, комбинаты, шахты. Вот магистральный путь развития нашей техники.

Современная техника немыслима без автоматов. Автоматы не только помогают водить сверхзвуковые самолеты, поднимать в космос ракеты и управлять процессами на химических заводах. Разливка молока—тоже «профессия» автоматов.

Химизация народного хозяйства

Мы рассказали о двух главных путях развития техники и всего народного хозяйства в нашей стране — об электрификации и автоматизации. Но есть еще одно важнейшее направление технического прогресса — химизация. Значение широкого внедрения в народное хозяйство и быт достижений химии трудно переоценить.

Химизация помогает решить одну из важнейших проблем современной техники — проблему создания новых материалов. Без конструкционных материалов, обладающих необходимым набором свойств, немыслим сейчас прогресс техники.

Возьмем, к примеру, современные гигантские паровые турбины, о которых мы уже говорили. Их к. п. д. зависит от температуры пара: чем она выше, тем к. п. д. больше. А повышать температуру можно лишь тогда, когда рабочие колеса, лопатки турбины сделаны из таких материалов, которые не теряют своих свойств при сильном нагревании.

И современная химия в сотрудничестве с физикой дала советской энерготехнике металлы и сплавы высокой и сверхвысокой прочности и жаростойкости. Их применяют в турбинах и генераторах, ракетах и подводных лодках, ядерных реакторах и электронных счетно-решающих устройствах.

Химия — это новые материалы, легкие, прочные и красивые.

Огромное значение в современной технике нередко имеет чистота материалов. Так, если бы не были получены сверхчистые кремний и германий и если бы их полупроводниковые свойства не были изучены, полупроводники не произвели бы переворота в электротехнике и радиоэлектронике. Получать сверхчистые материалы дает возможность физическая химия. Это благодаря ей у нас есть разнообразные полупроводники и сверхчистые изотопы урана для атомных электростанций, сверхчистые мономеры для получения пластмасс и сверхчистые металлы для получения различных сплавов. Нельзя, например, получать искусственные алмазы при помощи сверхвысоких давлений, если нет сверхчистого углерода. Физико-химия дала и дает нам также отличные строительные материалы — цементы, силикальциты, ситаллы (кристаллическое стекло, которое по многим качествам превосходит сталь).

Химия не только улучшает природные материалы. Она сейчас дает еще и огромное количество самых разнообразных материалов, которых в природе вообще не существует и которые по своим свойствам во многих отношениях лучше естественных. Советская химическая индустрия производит пластические массы и искусственные волокна, кремнийорганические соединения и новейшие виды горючего, различные материалы с заранее заданными свойствами — кислотоупорные, жаропрочные, не боящиеся радиации, упругие, сверхлегкие, не поддающиеся истиранию, сверхизоляторы и сверхпроводники, прозрачные и непрозрачные... И все эти синтетические материалы применяются в промышленности, строительстве, сельском хозяйстве, быту.

Химизация — это еще и разнообразные искусственные удобрения, и синтетическая белковая подкормка для животноводства, и ядохимикаты для уничтожения вредителей сельского хозяйства, и гербициды для борьбы с сорняками, и ростовые вещества, способствующие быстрому развитию культурных растений. Химизация — это и новейшие красители, и краски, и отличная бумага, и разнообразные лекарства (см. статьи раздела «Химическая промышленность»).

Следует отметить и еще один дар химической науки современной технике и производству. В содружестве с физикой она дала очень много для развития технологии, новые способы обработки материалов например.

Сверхтвердость и жаропрочность новых материалов, требования очень высокой точности — все это не могло не вызвать к жизни новые методы обработки. На помощь пришла современная наука. Физика и химия подсказали здесь такие пути, как экструзионный метод — выдавливание при помощи высоких давлений, электрохимические и ультразвуковые методы и т. п. Из химии в машиностроение, электронную промышленность, даже на транспорт пришла так называемая поточная технология. Она позволяет в широкой степени автоматизировать и механизировать трудовые процессы.

На переднем крае

Вы, очевидно, обратили внимание на частое употребление в этих статьях приставки «сверх»: сверхтвердость и сверхчистота, сверхвысокие давления и сверхнизкие температуры. Это делается не для красного словца. Приставка «сверх» наиболее точно характеризует тенденции развития современной техники.

За плечами современной техники долгая и богатая событиями история. На этом рисунке изображены ее некоторые принципиально важные этапы. *Вверху* — за изготовлением каменных орудий; на строительстве древнеегипетских пирамид широко применялись бронзовые инструменты для обработки камня, катки и рычаги. *В середине* — энергия текущей воды поставлена на службу техники; так выглядели первые паровозы. *Внизу* — в конце прошлого века улицы и площади многих европейских столиц залил свет «электрической дуги Яблочкова».

На обороте: будущее советской техники рождается сегодня.

От техники постоянно требуются все большая мощность и надежность, все лучший коэффициент полезного действия и максимальная портативность. Конечно, через 50, 25 и даже 10 лет то, что мы сейчас с гордостью отмечаем приставкой «сверх», станет недостаточным. Перед наукой и техникой встанет задача по достижению новых «сверхпоказателей». Вернее, перед ними такая цель стоит постоянно — новый день приносит и новые успехи, и новые задачи. Но для каждого периода достижение своих «сверх»— огромная победа.

Различных требований — самых разнообразных, подчас противоположных, иногда даже взаимоисключающих друг друга! — в технике много. Как их сочетать? Этому и помогают процессы, которые можно характеризовать более или менее точно, только добавив к их названиям приставку «сверх». В первую очередь это температура и давление — так называемые физические параметры, показатели работы машин и механизмов. Современная техника работает на сверхпараметрах. Например, в мощной паровой турбине применяется сверхвысокая (для такой машины) температура. В результате струя пара движется со сверхзвуковой скоростью, и турбина развивает огромную, невиданную до сих пор мощность.

Сверхвысокие температуры, освоенные техникой,— это не только мощные двигатели, но и новые материалы, покоренная плазма для термоядерной электростанции и многое другое. А сверхнизкие температуры — это сверхпроводимость, т. е. возможность создать миниатюрные электронные приборы, усовершенствовать счетно-решающие машины, сконструировать сверхъемкие аккумуляторы.

Температуры, как мы знаем, тесно связаны с давлением. Сверхвысокое давление дает технике такие материалы, как искусственные алмазы, различные полимеры, новейшие сплавы. А без сверхнизкого давления не будут работать электронные лампы, невозможно исследовать ядерные частицы в ускорителях, получать сверхчистые металлы, вести обработку материалов электронным лучом.

Очень высокие и низкие температуры и давления, сверхскорости и другие «сверх» встречаем мы в современной технике буквально на каждом шагу, почти в каждой новейшей машине. А вот еще одна тенденция современной техники. С одной стороны, она стремится к наибольшей компактности, к миниатюризации. Инженеры и конструкторы стараются в наименьшем объеме поместить как можно больше элементов, приборов, машин, механизмов (обладающих в то же время наибольшей мощностью, быстротой и точностью действия). А с другой стороны, создаются гигантские сооружения: плотины наших гидроэлектростанций, огромные металлорежущие станки, прокатные станы длиной в километр, шагающие и роторные экскаваторы...

Успехи современной техники были бы невозможны, если бы не достижения естественных наук, особенно таких, как физика и химия. Это понятно, ведь в основе техники — применение законов природы. И когда естествознание открывает новые законы природы, человек сразу же стремится использовать их в своей трудовой деятельности.

Так было всегда в течение всей истории техники. Например, физики открыли тайну атомного ядра сравнительно недавно. Но уже работают электростанции на ядерном топливе, плавают корабли с атомными двигателями, химики облучают полимеры гамма-лучами, чтобы улучшить качество материалов.

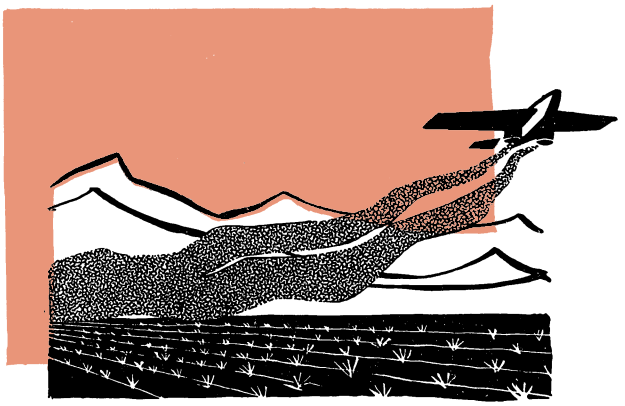
В то же время техника сама постоянно дарит науке все более мощные средства для дальнейших исследований. Так, электронный микроскоп, созданный инженерами, помогает биологам проникать в тайны клетки, гигантские ускорители— синхрофазотроны—дают физикам возможность исследовать элементарные частицы, электронно-счетные машины помогают астрономам и экономистам, математикам и биологам.

И все же главное, что определяет развитие техники,— это социально-экономические условия. Техника не развивается вне способа производства, она важнейшая составная часть производительных сил. Когда мы говорили об автоматизации, мы упоминали, что технический прогресс при капитализме ведет к резкому обострению капиталистических противоречий, а в социалистическом обществе — к процветанию.

Что же конкретно дает развитие современной техники людям? В нашей стране это прежде всего наилучший, наиболее быстрый путь к созданию материально-технической базы коммунизма.

С развитием техники у нас на первый план выдвигаются такие отрасли производства, как радиоэлектроника, добыча нефти и газа, химическая промышленность. Иначе говоря, *технический прогресс ведет к изменению структуры экономики страны.*

В связи с техническим прогрессом в нашей стране *быстро растут новые промышленные*

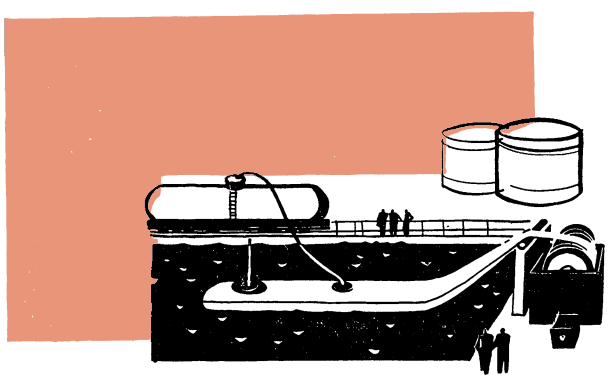


Химия — это удобрения для полей.

районы, особенно в местах, где открыты большие залежи полезных ископаемых. В Тюменской области, например, обнаружены большие залежи нефти и газа. И сейчас в тайге возникают нефтепромыслы, строятся дороги, трубопроводы, заводы.

Глухой недавно край быстро превращается в развитую промышленную область.

Большие требования предъявляет современная техника и к *организации промышленности*. Так, современные заводы и фабрики постепенно превращаются в предприятия, где проводится глубокая специализация, т. е. они выпускают какой-либо один вид продукции. Это дает возможность автоматизировать процесс, ускорить его, обеспечить лучшее качество. А с другой стороны, такая специализация ведет к развитию более тесного сотрудничества между предприятиями (его называют кооперированием).



Химия — это новые виды транспортных средств. На рисунке вы видите, как нефть перекачивают в длинный рулон из синтетического материала, превращая его в своеобразную наливную баржу.

Развитие техники влияет не только на размещение и организацию промышленности, не только на духовный, творческий рост советских рабочих и инженеров. *Современная техника* буквально *пронизывает все области жизни*. Вносит она глубокие изменения и в наш быт. Благодаря достижениям техники мы можем теперь быстро и хорошо строить современные дома. И в квартирах у советских людей есть множество самых разнообразных технических устройств — радиоприемники и телевизоры, магнитофоны и холодильники, полотеры и пылесосы...

Техника и экономика

А теперь поговорим об экономической стороне совершенствования техники.

Первоначально доля труда, которую люди затрачивали на изготовление орудий труда, была невелика. Орудия были тогда просты, изготовить их было несложно, это не требовало больших затрат. Но простые орудия и производительность труда давали невысокую. Она зависела главным образом от умения, от искусства работника, постепенно, в течение всей своей жизни, накапливавшего опыт и навыки.

Техника развивалась, человек стал все больше использовать силы природы для приведения в действие орудий производства. Появились машины. Орудия труда становятся все более сложными, труд, который люди затрачивают на их изготовление, становится все больше. И все же людям эти большие затраты были выгодны — новые орудия позволили в громадной степени поднять производительность труда, увеличить количество производимой продукции и удешевить ее.

Коммунистическая партия в своей Программе поставила задачу—так развить производство, чтобы за 20 лет создать полное изобилие в стране. Но для расширения производства нужны новые машины и станки, целые новые заводы, шахты, электростанции, транспортные магистрали. Поэтому наши хозяйственные планы предусматривают все бóльшие затраты на постройку новых и расширение существующих заводов, фабрик, электростанций, шахт, нефтепромыслов и рудников, совхозов и колхозов, железных дорог и портов.

Эти затраты очень велики, и их надо производить экономно, с таким расчетом, чтобы на имеющиеся у народа средства построить возможно больше, быстрее и лучше и чтобы получить

от построенного максимально высокую полезную отдачу. Значит, очень важно сосчитать, каких затрат потребует новая техника и какой эффект они дадут. Только тогда новая техника хороша, когда приносимые ею продукты в короткий срок окупят затраченные средства.

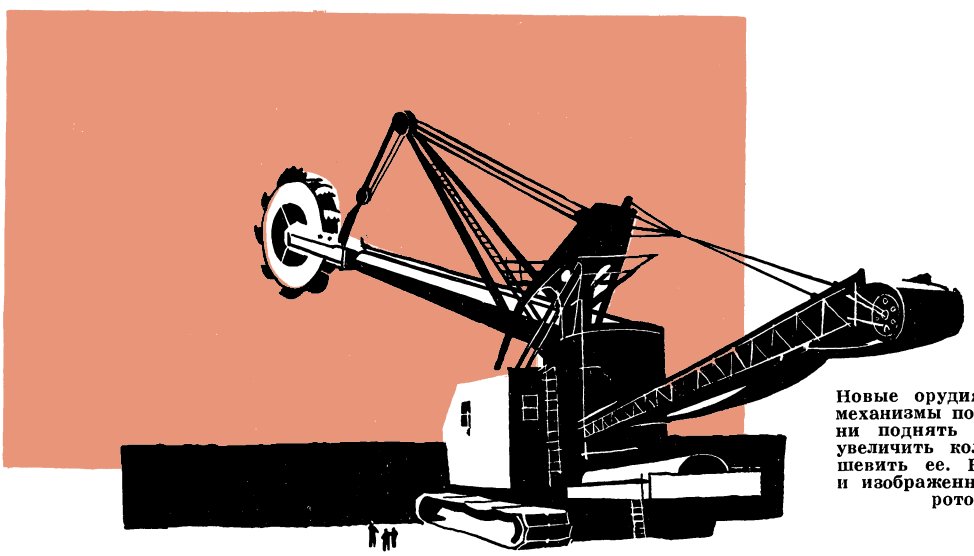
Возьмем, к примеру, известную всем землеройную машину — экскаватор. Один из наиболее распространенных одноковшовых экскаваторов на гусеничном ходу с емкостью ковша 0,25 $м^3$ стоит много денег — около 7 тыс. руб. Так нужно ли его делать? Может быть, поручить его «работу» землекопам—ведь лопаты совсем дешевая вещь? Нет, это, конечно, было бы неправильно со всех точек зрения, в том числе и с точки зрения экономической. Подсчитаем, насколько выгоднее применение такого экскаватора по сравнению с трудом землекопов.

Сначала определим, из чего складывается стоимость работы машины. Около трети расходов в сутки составляет заработная плата машиниста экскаватора вместе с остальными выплатами на его содержание (оплатой отпуска, взносов в фонд социального страхования, оплатой спецодежды и т. д.). Около десятой части расходов падает на оплату горючего для двигателя и смазочных материалов. Далее нужно предусмотреть расходы на различные виды текущего ремонта, который приходится делать время от времени.

Стоимость ремонтных работ надо распределить равными долями на каждую смену между ремонтами. Это составит примерно столько же или несколько больше, чем расходы по заработной плате.

И наконец, надо учесть расходы по амортизации — ведь экскаватор изнашивается. Срок его службы составляет, скажем, 8 лет. Значит, каждый год нужно отчислять одну восьмую часть его стоимости — в данном случае около 900 руб., чтобы к тому времени, когда он полностью износится и выйдет из строя, накопилось бы достаточно средств, чтобы приобрести новый экскаватор. Разделив величину годовых отчислений на число смен в году, скажем на 300, получим около 3 руб. расходов по амортизации, приходящихся на одну смену. А всего смена работы машины, как подсчитали специалисты, стоит 17 руб.

Сколько же грунта выроет наш экскаватор за одну смену? В среднем около 80 $м^3$. Значит, стоимость 1 $м^3$ вынутого грунта составит 17 : 80 = 0,2125, т. е. немногим более 21 коп.



Новые орудия труда, новые машины и механизмы позволили в громадной степени поднять производительность труда, увеличить количество продукции и удешевить ее. К этим орудиям относится и изображенный на рисунке гигантский роторный экскаватор.

Заметим, кстати, что, чем мощнее экскаватор, тем меньше себестоимость вынутого им грунта. При работе экскаватора с ковшом емкостью 6 $м^3$ себестоимость 1 $м^3$ грунта составляет всего 10 коп.

Землекопу нужно заплатить примерно 50 коп. за 1 $м^3$ грунта — в 2,3 раза дороже, чем при работе экскаватора с емкостью ковша 0,25 $м^3$. Если наш экскаватор будет правильно использоваться, то в течение года он выработает 24 тыс. $м^3$ земли — это будет стоить 5100 руб. Землекопам за такую же работу надо выплатить 12 тыс. руб. — на 6900 руб. больше. Эти

6900 руб. и отражают годовой экономический эффект, который дает экскаватор в сравнении с ручным трудом.

С другой стороны, надо учесть, что даже малый экскаватор заменяет большое количество землекопов. Землекоп за 7 часов работы выкопает 7 $м^3$ земли. Это значит, что экскаватор заменяет за смену 11 землекопов! При большом объеме земляных работ нужное количество землекопов было бы просто невозможно найти.

Но все, что было сказано, верно только при условии, если наш экскаватор правильно используется, работает примерно 300 смен в году и за одну смену выбирает 80 $м^3$ грунта. Если же он будет работать с неполной нагрузкой, будет простаивать, будет забирать неполный ковш земли, его выработка снизится и каждый кубометр грунта обойдется нам значительно дороже. Ведь постоянные расходы, затраченные на экскаватор, при этом уменьшаются ненамного.

Поясним, что такое постоянные расходы, на другом примере. Среди различных затрат на печатание книги есть расход на набор. И будем ли мы печатать, скажем, 10 тыс. экземпляров или 1 тыс.— на набор книги надо затратить одну и ту же сумму. Значит, это расход постоянный. И очень важно, чтобы его можно было разложить на максимально большое количество книг. Если набор стоит, скажем, 1500 руб. при тираже 10 тыс. экземпляров, на каждую книгу придется 15 коп. расхода на набор, а при тираже 1 тыс. экземпляров — 1 руб. 50 коп. Для сравнения укажем, что расход на бумагу непостоянный. Он прямо пропорционален тиражу — на 10 тыс. экземпляров надо израсходовать в 10 раз больше бумаги, чем на 1 тыс. экземпляров. Наличие постоянных расходов объясняет, почему при увеличении объема производства себестоимость единицы продукции снижается, почему массовое производство дает самую дешевую продукцию.

Из примеров, которые мы разобрали, можно сделать несколько выводов. Прежде всего *любое техническое устройство мы должны оценивать экономически*. А для этого надо знать, сколько стоит само техническое устройство и каких расходов потребует его работа. Причем эти данные интересны не сами по себе, а в сравнении. Далее очень *важно, чтобы техническое устройство было использовано полностью*, чтобы условия работы соответствовали его возможностям. Задача в том, чтобы для каждой конкретной цели и условий работы подбирать такую технику, которая была бы в данном случае наиболее целесообразной.

Кроме того, мы установили, что с *увеличением объема выпускаемой продукции* — будут ли то кубометры вынутой земли, экземпляры напечатанных книг или тонны выплавленной стали — *себестоимость каждой единицы этой продукции снижается*. Это говорит о выгодах массового производства.

Для того чтобы увеличить объем продукции, важно так организовать производство, чтобы каждое предприятие выпускало меньше различных видов продукции, но зато каждый вид— в массовом количестве. Сто лет тому назад на каждом машиностроительном заводе выпускали самые различные виды машин — и паровые двигатели, и станки, и паровозы. Но по мере роста производства убедились, что выгоднее специализировать заводы на выпуске определенных видов машин. Появились специальные заводы, выпускающие автомобили, тракторы, велосипеды, турбины, электромоторы и т. д. *Специализация производства выгодна, так как позволяет резко увеличить выпуск того или иного вида продукции, снизить ее себестоимость.*

Повышать эффективность производства можно не только снижением затрат на выпуск продукции, но и улучшением качества, удлинением сроков службы изделия. Возьмем, например, автомобильные шины. Применение для шин новых видов синтетического каучука позволяет в полтора-два раза увеличить пробег этих шин. И стоимость шины можно раскладывать уже на большее количество перевезенного груза. Самих шин нужно меньше во столько раз, во сколько увеличился пробег каждой шины. Значит, и капитальных вложений для постройки новых шинных заводов нужно меньше.

Улучшение качества продукции имеет значение и для повышения надежности. Современная техника требует высокой надежности. Устройства, выполняющие ответственные функции, например, в самолете, ракете, ни в коем случае не должны отказывать в работе: ведь это могло бы привести к тяжелым последствиям. Но и экономически надежность выгодна. Она означает сокращение расходов на ремонт, а значит, и повышение экономической эффективности.

В нашей стране придается большое значение электрификации, химизации и автоматизации народного хозяйства. Эти направления развития техники дают огромный экономический эффект.

Приведем расчет по эффективности применения удобрений. Чтобы произвести 30—35 млн. *т* удобрений, нужных для получения дополнительно около 3 млрд. пудов зерна, необходимо

затратить 2 млрд. руб. А вместе с затратами на сооружение складов, изготовление тары для доставки удобрений и производство машин для внесения этих удобрений в почву — около 3,5 млрд. руб. Доход же государства от дополнительного количества зерна составит более 2 млрд. руб. в год. Это значит, что капитальные вложения в развитие производства минеральных удобрений окупятся за срок менее двух лет.

В 1980 г. Коммунистическая партия наметила произвести втрое больше тканей, чем в 1960 г. Это значит, что понадобится втрое больше и хлопка, и шерсти, т. е. при той же урожайности примерно втрое больше работников, втрое больше посевной площади, втрое больше скота. Для производства же синтетического волокна ничего этого не нужно, исходными материалами служат нефть и газ. Они же являются исходными и для производства пластмасс и синтетических смол, заменяющих металл, лес и многие другие виды материалов. Произвести все эти синтетические материалы стоит гораздо дешевле, чем производить «естественные» материалы. Как показали специальные расчеты, затраты труда на производство химического волокна в 6 раз меньше, чем на производство такого же количества природного волокна. Так что и здесь расходы на строительство химических заводов окупятся в короткие сроки.

Громадный экономический эффект дает электрификация народного хозяйства, причем она наиболее выгодна при сооружении мощных электростанций с крупными агрегатами: это дает возможность снизить затраты на каждый киловатт мощности электростанций и уменьшить себестоимость электроэнергии.

Весьма эффективна экономически и автоматизация производства. Чтобы определить степень этой эффективности, нужно сопоставить стоимость автомата с той экономией текущих затрат, которую он дает. Понятно, что, если автоматы слабо нагружены, их применение будет невыгодным.

Техника сегодняшнего дня

Перед нами картина гигантского по темпам и объему технического прогресса Советской страны.

На огромной территории разместились бесчисленные фабрики и заводы, шахты и рудники. В больших светлых цехах вытянулись в ряды автоматические линии. Операторы у пультов управления и наладчики внимательно следят за тем, как автоматы плавят, отливают, сверлят, режут, строгают, сваривают, шлифуют, проверяют, упаковывают и отправляют на склады подшипники, цепи для комбайнов, коленчатые валы, поршни автомобильных двигателей и многие другие изделия. Таких автоматических линий, цехов, даже заводов у нас уже немало. А в ближайшие годы станет еще больше.

Энергию заводам и шахтам дают гидроэнергетические, тепловые и атомные электростанции. Многие из них тоже работают автоматически. Лишь диспетчеры, находящиеся нередко за несколько сот километров от таких станций, контролируют их работу. Потоки электроэнергии автоматически направляются туда, где они всего нужнее в данное время.

И везде — новостройки, строительные краны, экскаваторы, путеукладчики. Мчатся в городах и селах автомобили-панелевозы, везут готовые детали домов. Жилые дома — на конвейере! Детали многоэтажного дома прокатывают на прокатном стане, а затем собирают за несколько недель. И заводы, и плотины теперь тоже строят из сборных железобетонных элементов.

Передовая техника и на полях страны. Тракторы, комбайны, культиваторы... Даже самолеты здесь работают. Без комплекса машин, без механизации невозможно сейчас обрабатывать и убирать урожаи с миллионов гектаров сельскохозяйственных угодий. Не справились бы люди без электродоилок, автопоилок, механизированной подачи кормов и с уходом за

ОН ВИДИТ НЕВИДИМОЕ

Однажды туристы шли походом по Подмосковью. И в полуобвалившемся заросшем окопе нашли солдатскую фуражку. Из-за рваной подкладки высовывался уголок конверта. В нем обнаружили листки письма. Но прочитать не смогли ни слова.

Находку передали в краеведческий музей. Оттуда письмо попало на исследование к ЭОПу. И всесильный ЭОП прочитал текст, который начинался так: «Здесь стояли насмерть...» А за этими скорбными словами шли фамилии солдат и офицеров Советской Армии, защищавших подходы к столице нашей Родины.

Что же это такое — ЭОП? Откуда у него чудодейственная сила? Полностью он называется так: электронно-оптический преобразователь. ЭОП действует вместе с микроскопом, когда нужно увеличить изображение. Все, что зафиксировано объективом ЭОПа, легко сфотографировать.

Аппарат ЭОП легок, он небольшого размера и без труда переносится в чемодане. Электронно-оптические преобразователи сейчас делаются в форме подзорной трубы или бинокля. В таком виде ЭОП еще удобнее.

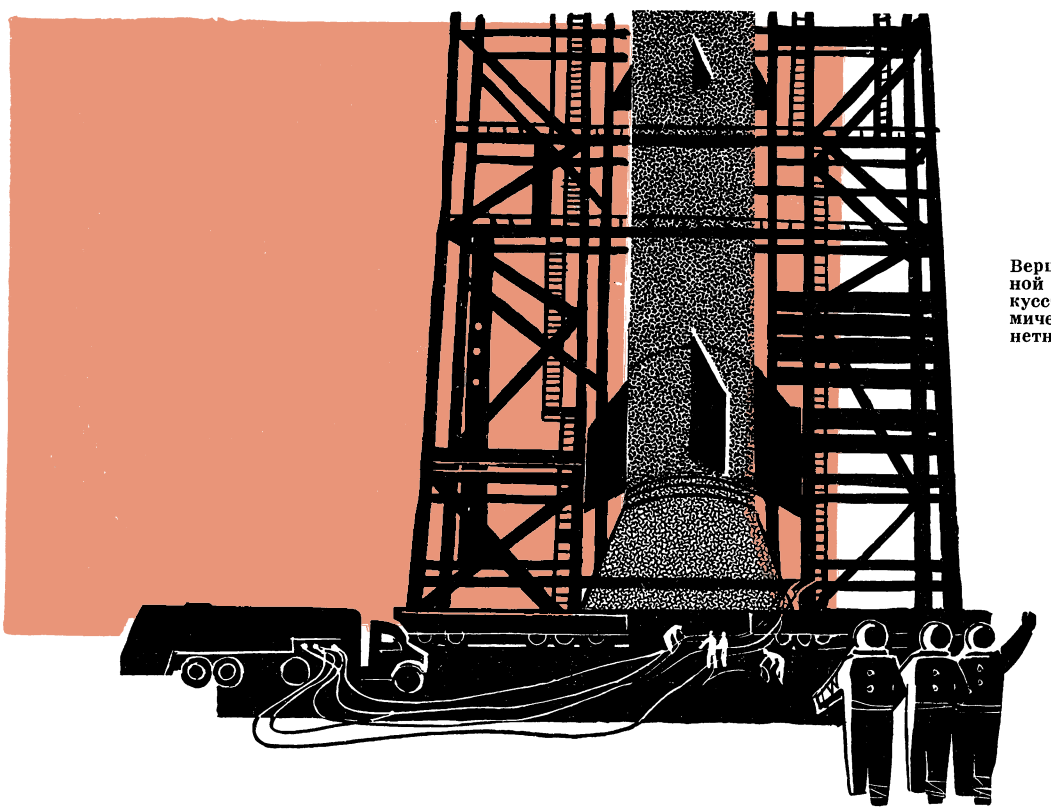
многомиллионными стадами домашних животных.

По «кровеносным сосудам» страны мчатся поезда с грузами, вереницы автомобилей, плывут теплоходы. Буксиры-«толкачи», упершись «лбом», толкают баржи и плоты, которые в несколько раз больше их. Движением поездов управляют при помощи автоматики. Автоматы зажигают сигнальные огни на фарватерах рек, помогают машинистам, диспетчерам, пилотам...

Тысячекилометровыми нитями протянулись нефте- и газопроводы. Они приносят сырье на химические заводы, топливо — на предприятия и в жилые дома. И тут нам помогают автоматы, которые регулируют потоки нефти и газа.

А в небе — громадные пассажирские лайнеры. Благодаря им из Москвы на Дальний Восток можно добраться за несколько часов.

И наконец, вершина успехов советской техники — ракеты, спутники, космические корабли, межпланетные автоматические лаборатории. Почему вершина? Да потому, что в них, как в линзе, сосредоточились вся мощь, все достижения современной техники. Здесь и металлургия — специальные сплавы, и химия — полимеры и горючее, и машиностроение — сверхмощные реактивные двигатели, и радиоэлектроника — миниатюрные полупроводниковые приборы, радиолокация, лазеры, и автоматика, и «думающие» машины... Все самое новое, самое передовое.



Вершина успехов современной техники — ракеты, искусственные спутники, космические корабли, межпланетные автоматические станции.

БУДУЩЕЕ

— ... Продолжается посадка в самолет, следующий рейсом в город Будущий!

Вы занимаете место в конвертоплане — аппарате, который взлетает и садится вертикально. Старт! Конвертоплан быстро набирает высоту и переходит в горизонтальный полет. Но что это? Сзади вас нагоняет гигантская машина. Конвертоплан сближается с ней — и вот вы уже можете перейти на трансконтинентальный суперзвуковой воздушный лайнер.

Какой он огромный! Тысяча пассажиров разместилась в его комфортабельных салонах. Теперь понятно, зачем нужна была пересадка в воздухе. Ведь сам этот исполин не везде может приземлиться — ему понадобился бы слишком большой аэродром. Пассажиров, грузы, горючее сюда доставляют сравнительно небольшие и быстрые конвертопланы.

Час пути—и вы уже выходите из самолета у цели своего путешествия...

В город Будущий можно попасть и по воде. К услугам пассажиров скоростные лайнеры на подводных крыльях и подводные атомоходы, которым не страшны никакие штормы, никакая качка.

А вот сухопутный транспорт. Вдаль уходит линия железобетонной эстакады. Под ее колоннами то и дело мелькают серебристые «сигары»— вагоны подвесной дороги. Скорость их — несколько сотен километров в час. Такая дорога очень удобна не только за городом, но и в самом городе: она быстроходна, бесшумна, не мешает уличному движению.

По широким городским магистралям, пересекающимся на разных уровнях и окаймленным зеленью, мчатся потоки электромобилей. У одних электродвигатели получают ток от сверхъемких аккумуляторов, другие питаются от высокочастотных электролиний, проложенных под землей. В любое место города вас быстро доставит и метрополитен, магистрали которого в несколько этажей протянулись под улицами, площадями, парками.

Дома из цветных пластиков, железобетона и стекла расположены просторно. Широкие окна обращены на восток, юг, запад. И всюду— сады и бульвары, зелень на балконах и плоских крышах.

В центре каждого микрорайона — торговый центр: магазины, бытовые мастерские, кафе. Тут, где много пешеходов,— движущиеся ленты тротуаров. А школы, клубы, театры и кинотеатры расположены в глубине парков — вдали от шумных улиц.

Квартиры просторные, с удобной встроенной мебелью. Полупроводниковые термоэлементы, поставленные вместо батарей водяного отопления, летом несут прохладу, зимой — тепло. Маленький, но мощный радиоприемник на микромодулях доносит музыку самых отдаленных станций. По размерам такой приемник свободно умещается в футляре наручных часов. На стене висит большой плоский экран. Это телевизор. Он цветной, объемный, стереозвуковой. Вся его электронная «начинка» помещается в небольшом утолщении внизу экрана.

КЛУБ ЮНЫХ КОСМОНАВТОВ

В иллюминатор видна голова космонавта. Герметически закрытый шлем, специальный «высотный» комбинезон. Космонавт проходит испытания в барокамере. Но что-то этот космонавт не похож ни на одного из прославленных «звездных» братьев. Совсем юное лицо. Кто же он? Это школьник, член Ленинградского клуба юных космонавтов.

Да, есть такой клуб, и родился он в знаменательный день — 12 апреля 1961 г. В тот самый день, когда Ю. А. Гагарин совершил первый в истории человечества полет в космос. Ленинградский клуб юных космонавтов тоже первый в мире.

Клубом юных космонавтов заинтересовались многие взрослые ленинградцы — ученые, летчики, спортсмены, врачи. Друзья клуба предложили для занятий и тренировок ребят оборудование и лаборатории, аэродром и спортивные залы.

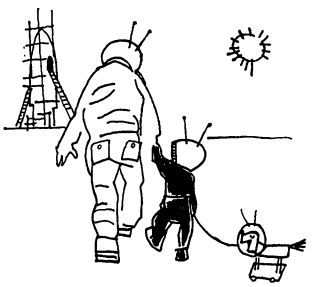
Юных космонавтов часто видят в лабораториях и спортзале Училища Гражданского Воздушного Флота. Они слушают лекции по физике и математике, астрономии и механике. Настойчиво тренируются на перекладине с резиновой маской, закрывающей глаза. Так проверяется способность к восстановлению равновесия. Взлетают к потолку на двух резиновых жгутах, прикрепленных к поясу. Так проверяются работа сердца, состояние пульса, дыхание. Старшеклассники осваивают реактивные самолеты. «Полеты» происходят без отрыва от земли, но обстановка как в полете. Проводятся тренировки в барокамере, где юные космонавты испытывают состояние человека, попавшего на верхнюю границу атмосферы.

Младшие часто занимаются в планетарии. Изучают звездное небо. Наблюдают за искусственными спутниками Земли.

Непременное условие для всех членов клуба — занятия спортом. Круглый год. Летом — туристские походы, гребля, плавание, прыжки с парашютной вышки. Зимой — коньки, лыжи, хоккей.

В своем «космическом» клубе школьники города Ленина усваивают сложную и разнообразную программу. Наиболее успевающим экзаменационная комиссия вручает диплом инструктора-космонавта детских и юношеских клубов.

Полетят ли когда-нибудь в космос члены необычного клуба? Может быть, да, может быть, и нет. Но овладение техникой космонавтики им пригодится, где бы они ни работали, окончив школу.



На кухнях — электроплиты с высокочастотными установками, которые любое блюдо готовят за несколько минут, кухонные электрокомбайны, полупроводниковые холодильники. Впрочем, кухнями мало кто пользуется — пищу отлично готовят автоматические фабрики-кухни.

Вдали от города видны гигантские куполообразные сооружения. Это термоядерная электростанция. В ее недрах стиснутая мощными магнитными полями мечется миллионноградусная плазма. Мощность такой станции — десятки миллионов киловатт. И нет здесь ни турбин, требующих тщательного наблюдения и ухода, ни генераторов. Не видно здесь и людей. Всеми процессами управляет «электронный мозг». В зависимости от требований главной диспетчерской он то увеличивает, то уменьшает выработку электроэнергии.

Промышленные предприятия размещены вдали от жилых кварталов, за широкой лесной полосой. Но тут совсем нет пыли, не дымят трубы котельных, домен и мартенов, не слышно шума работающих машин.

Автоматизированная техника проникнет и в шахты, на нефтепромыслы, на стройки. Комплексы автоматических машин будут обрабатывать поля, выращивать и снимать урожаи, ухаживать за домашними животными...

Мы попытались нарисовать — очень обобщенно, конечно,— картину будущего техники так, как мы ее представляем. В действительности она, возможно, будет во многом иной. Появятся совсем новые средства транспорта. Неузнаваемо изменится облик городов. Человечество освоит не только сушу, но и море — возникнут плавающие города... Нет границ человеческому творчеству, не будет пределов развитию техники!

* * *

Все, что говорилось здесь о будущем, еще не скоро станет настоящим. Но рождается оно уже теперь, каждый день и час — в исследовательских лабораториях, на испытательных стендах, в цехах наших заводов. Неустанная творческая мысль советского человека пишет все новые страницы в Книгу техники.

Уже многие приметы будущего мы видим сейчас. Взмывают к звездам космические ракеты. Атомные корабли бороздят океанские просторы, из фантазии в жизнь пришел лазер. Все новыми способностями удивляют нас электронно-счетные устройства. На «воздушной подушке» проносятся невиданные транспортные машины...

Могучая стартовая площадка для взлета к технике завтрашнего дня — химическая наука. Ее материалы и методы совершенствуют технику, рождают подлинную революцию во многих отраслях промышленности. С каждым днем растет, набирает силы «вторая природа», создаваемая химиками,— мир разнообразных веществ, которые дают конструкторам машин неограниченные возможности для совершенствования техники.

Все это — наше настоящее, наш замечательный сегодняшний день, в котором рождается еще более прекрасное будущее советского народа.

СОЮЗ ТЕХНИКИ И БИОЛОГИИ

Бионика... Это слово появилось совсем недавно. «Био» по-древнегречески значит жизнь. А что значит «бионика» ? Новая, самая молодая отрасль кибернетики. В ней используются для решения технических задач принципы работы и устройства органов живых существ. Вот несколько примеров.

Глаз лягушки так устроен, что воспринимает только необходимые объекты: насекомых для питания или нападающего врага. А глаз мечехвоста — есть такое морское животное — способен усиливать контрастность между краями наблюдаемого предмета и окружающим фоном.

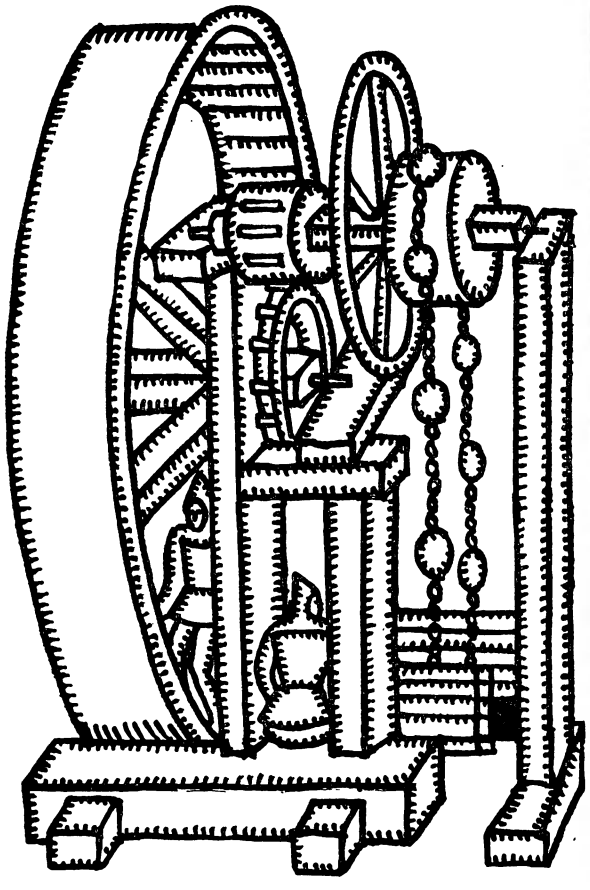
Пользуясь этими данными, бионики создали прибор, схожий с глазом лягушки и мечехвоста. Такой электронный прибор может точно и четко следить за изображением на радиолокаторе даже при огромных помехах.

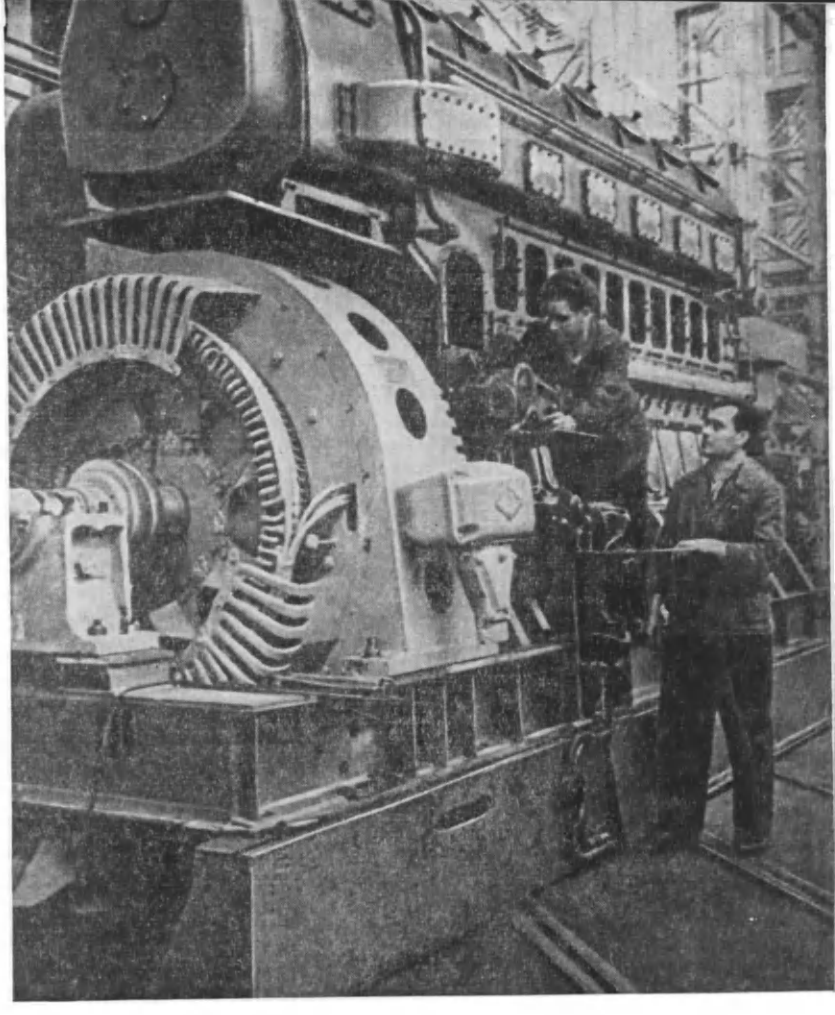
Или возьмем гремучую змею. У нее в углублении между глазами и ноздрями расположен специальный орган, сверхчувствительный к инфракрасным лучам. Он улавливает разницу температур в тысячную долю градуса. Поэтому змея находит жертву в кромешной тьме. А медузы предугадывают за много часов угрозу шторма. Используя эти способности медузы, бионики создали аппарат по «предсказанию» штормов за 14 часов до их наступления.

Если проследить за поведением дельфинов, легко установить, что они ищут рыбьи стаи гидролокационным способом и узнают, где какая рыба находится, за 3 *км*. Радиолокацией в инфракрасном диапазоне пользуются для розыска друг друга ночные бабочки и майские жуки.

Естественно, что аппарат, созданный по образу и подобию того, каким пользуются дельфины или ночные насекомые, станет чувствительнейшим радиолокатором.

Бионика пока еще в начале своего пути. Но первые шаги и первые успехи обещают большое будущее союзу техники и биологии





МАШИНА — ОСНОВА СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ

ЧЕЛОВЕК И МАШИНА

Еще 10 лет назад, говоря о машине, мы имели в виду искусственное устройство, создаваемое человеком для замены его производственной функции с целью повышения производительности труда и его облегчения. Сегодня же машины заменяют не только производственные, но и интеллектуальные функции человека, а в некоторых случаях — и физиологические (см. статьи «Машины-математики», «Машины-переводчики», «Машина обучает», «Искусственные органы»). Машина перестала быть устройством, лишь потребляющим энергию и выпускающим продукцию. Сегодня она еще и обрабатывает необходимую для производственного процесса информацию (см. ст. «Универсальный носитель информации»), т. е. выполняет функцию, которая до сих пор выполнялась только человеком.

Однако сказанное выше еще не отражает главного направления современной научно-технической революции в производстве. Дело в том, что сейчас осуществляется переход от отдельной машины к автоматической системе

машин. Такая система представляет собой совокупность неразрывно связанных энергетических, транспортных, технологических, контрольно-управляющих и логических машин (см. статьи раздела «Автоматика»).

Прогресс в машиностроении связан не только с техническими науками. Огромную роль здесь играют математика, физика, химия.

Применение новых материалов, например, приводит к прогрессивной технологии изготовления изделий — к созданию автоматов, имеющих совершенно новые особенности. В некоторых случаях внедрение химических методов в обработку отдельных материалов и объектов позволит исключить промежуточные операции, например механическую обработку.

Не меньшее влияние на машиностроение окажет и использование таких, например, новых достижений физики, как мощные генераторы света — для обработки материалов, эффект взрыва — для получения заданной формы, полупроводниковые вентили — для замены передаточных механизмов и т. д.

А математика? Чтобы полностью решить задачу автоматизации, нужно преодолеть и еще один рубеж: разработать алгоритмы технологических процессов и процессов проектирования, т. е. математизировать эти процессы. Тогда вычислительные машины смогут помочь рассчитать данные о наиболее выгодных типах автоматов и автоматических систем.

В машинном царстве идет бурный процесс научно-технической революции. Революции, которая для далеких потомков наших будет некоей «точкой», «скачком», но которая для нас — ее современников и участников — именно процесс, еще ожидающий своего завершения. Тем не менее уже сегодня мы с известной степенью точности говорим об основном направлении этого процесса, о наших задачах и перспективах. Ведь, несмотря на то что научно-техническая революция в производстве охватывает поистине грандиозную сферу — гигантскую армию специалистов, сотни проблем, целые науки, этот процесс ни в коей мере не является «неуправляемым». Разумеется, не все можно предусмотреть: как известно, современная техника обгоняет даже самые дерзкие мечты фантастов. И все же прогресс в машинном царстве можно и нужно планировать, регулировать, координировать.

Что же принесет дальнейшее развитие технической революции людям Земли?

Не всегда в наши дни машина приносит радость человеку. Достаточно вспомнить многомиллионные армии безработных, умножающиеся по мере автоматизации производства в капиталистических странах. А машины, которые куют смертоносное оружие? Или сами несут его через моря и континенты в любую точку земного шара?

Но сама машина, конечно, здесь ни при чем. Все зависит от того, в чьих руках она находится. И мы, советские люди, смотрим в грядущее оптимистично. Ибо машина уже нигде не сможет стать врагом человека, когда на Земле воцарится Мир, Труд, Свобода, Равенство, Братство и Счастье.

■

ЧТО МЫ НАЗЫВАЕМ МАШИНОЙ

Машина. С этим словом каждый из нас знаком с раннего детства. Мы живем в мире машин. Они окружают нас дома, на улице и на работе. Их гул слышен на земле и под землей, на воде и под водой, в воздухе и даже в космосе.

От разнообразия, технического совершенства и количества машин зависят условия и производительность труда человека, благосостояние народа, сила и мощь государства. Машиностроение — основа современной техники, одна из самых важных отраслей промышленности.

Многим из вас, конечно, интересно узнать, как делают машины. Но прежде чем познакомиться с машиностроением, давайте ответим на вопрос: а что такое машина? Почему столько устройств, различных по назначению, конструкции и размерам, называют одним универсальным словом — м а ш и н а? Да потому, что их объединяет одно общее свойство: все они выполняют какую-либо полезную работу. Это основной признак машины. Но его одного мало. Существует целый ряд устройств, которые хотя и выполняют полезную работу, однако машинами не являются.

Возьмем для примера две бритвы — электрическую и безопасную. Назначение у них оди-

наковое — резать волосы. Но электрическая бритва — машина. Она сама выполняет основную рабочую операцию — сама режет волосы. Человек только управляет ею. А вот безопасная бритва не машина, а всего лишь инструмент — простейшее орудие, с помощью которого человек сам совершает работу.

Еще пример. Обычная лопата — это инструмент, при помощи которого человек копает землю. Экскаватор служит для этой же цели. Но вы без колебаний назовете экскаватор машиной. И не ошибетесь, потому что экскаватор сам совершает полезную рабочую операцию, а человек только управляет им.

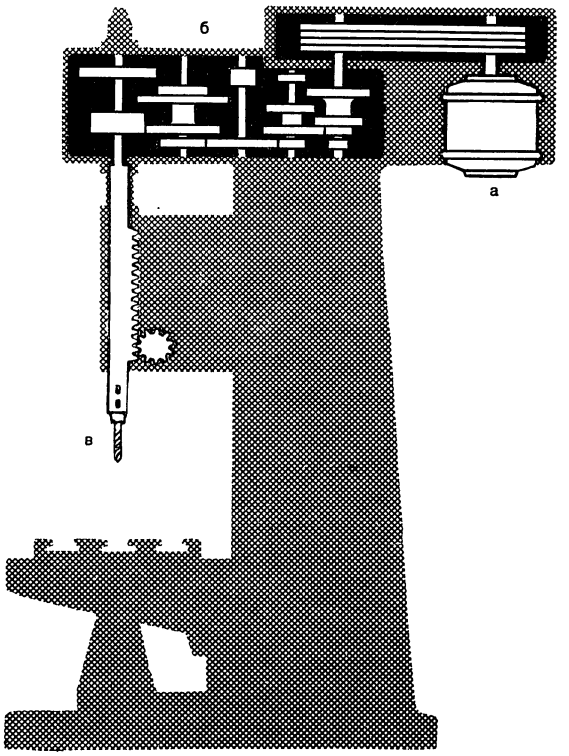
Значит, главное отличие машин от других устройств, выполняющих полезную работу, заключается в том, что машина сама совершает основные рабочие операции в отличие от орудий, с помощью которых работу совершает человек.

При этом машины могут быть самыми разными — в зависимости от того, какую работу они выполняют: транспортными (самолет и трактор, электровоз и теплоход, автомобиль и велосипед), энергетическими (турбина и двигатель внутреннего сгорания, электромотор и электрогенератор), машинами-орудиями, или технологическими (подъемный кран и сеялка, металлообрабатывающий станок и печатная машина), и счетно-решающими (от простого арифмометра до современных электронных вычислительных машин). Но как бы все они ни отличались друг от друга, опытный глаз инженера всегда найдет в них вполне определенные общие черты.

Возьмем, например, настольный вентилятор, гигантский шагающий экскаватор и автомобиль. Прежде всего у каждого из них есть рабочий (исполнительный) орган, при помощи которого они выполняют полезную работу. У вентилятора рабочий орган — это небольшой пропеллер, у экскаватора — гигантский ковш, у автомобиля — колеса.

Рабочие органы нужно приводить в движение — значит, у машины должны быть двигатели. У вентилятора в корпусе спрятан маленький электрический моторчик, колеса автомобиля вращает двигатель внутреннего сгорания, а у шагающего экскаватора — более сорока двигателей. У других машин в качестве двигателя может быть дизель или газовая турбина — от этого дело не меняется.

Пойдем дальше. Движение от двигателя надо передать рабочим органам машины. Для этого



У каждой машины есть три основные части: двигатель (*а*), рабочий орган (*в*), передаточный механизм (*б*).

должны быть передаточные устройства (передаточные механизмы). Это может быть канатно-рычажный механизм, как у экскаватора, или сложные коробки перемены передач, как у автомобиля.

Вот мы и установили, что, как правило, **машина состоит из трех основных частей: рабочего органа, двигателя и передаточного механизма**. Правда, у некоторых машин, например у велосипеда, двигателя нет, он приводится в движение человеком. Но от этого велосипед не перестает быть машиной.

Конечно, работой каждой машины надо управлять. Значит, у нее должны быть еще устройства управления: рычаги, штурвалы, педали, кнопки. Кроме того, машина может иметь автоматические программные устройства, в этом случае человеку не приходится непосредственно управлять ими, он только составляет для них программу и следит за их работой. Такие машины называются автоматами.

И наконец, каждая машина должна иметь какой-то остов, раму или станину, на которых крепятся все ее устройства.

УЗЛЫ И ДЕТАЛИ МАШИН

Рабочие органы

Устройство рабочих органов определяется прежде всего назначением машины, условиями и характером ее работы. Все остальные части — двигатели, передаточные механизмы, устройства управления — предназначаются для того, чтобы рабочий орган мог выполнять те движения и передавать те усилия, которые необходимы по роду возложенной на машину работы.

Возьмем, например, металлорежущие станки. Рабочие органы токарного станка — шпиндель, на котором установлен патрон для крепления детали, и суппорт, перемещающий резцы во время работы. Шпиндель с фрезой и подвижной стол для крепления и подачи детали — рабочие органы фрезерного станка. Рабочие органы землеройных машин — это ковш и ножи, при помощи которых они роют и перемещают землю. У врубовой машины рабочий орган — бар—цепь с резцами, которыми она подрубает угольные пласты. У ткацкого станка — челнок и ремизки, перемещающие нити основы. Рабочими органами различных турбин: гидравлических, паровых, газовых — служат их рабочие колеса.

А у электрических машин? Конечно, ротор и статор с обмотками. Именно в них происходит преобразование энергии движения в электрический ток (генераторы) или, наоборот, электрической энергии в движение (двигатели).

Острые лемехи плуга или тонкие диски лущильника являются рабочими органами этих сельскохозяйственных машин.

Обратимся к транспортным машинам. Их назначение — двигаться, перевозить грузы и пассажиров. Значит, их рабочим органом является движитель, заставляющий машину двигаться. У колесных машин — автомобилей, электровозов, троллейбусов — движителем служат колеса, но не все, а только те, которые соединены с двигателем и передают движение от двигателя всей машине. Движитель судов — гребной, а самолетов — воздушный винт. У реактивных самолетов движитель — это сопло двигателя.

Совершенствование машин в значительной степени связано с улучшением рабочих органов. Развитие техники и промышленности требует создания все более сложных и совершенных станков и машин. Нам, например, уже недостаточно простого сверлильного станка с одним шпинделем, и мы создаем станки, у которых рабочий орган — сразу десяток шпинделей со сверлами разных диаметров. Все они одновременно «вгрызаются» в тело детали, намного ускоряя работу. Нас уже не устраивают станки, которые могут выполнять какую-нибудь одну работу. Создаются станки со сменными рабочими органами — агрегатами. Заменил агрегат, и станок меняет свою «профессию».

Двигатели

Мы уже говорили, что машины бывают и без двигателей, велосипед например. Но таких машин в наше время становится все меньше и меньше. Применение двигателей даже в самых простых машинах облегчает труд человека, делает его более производительным.

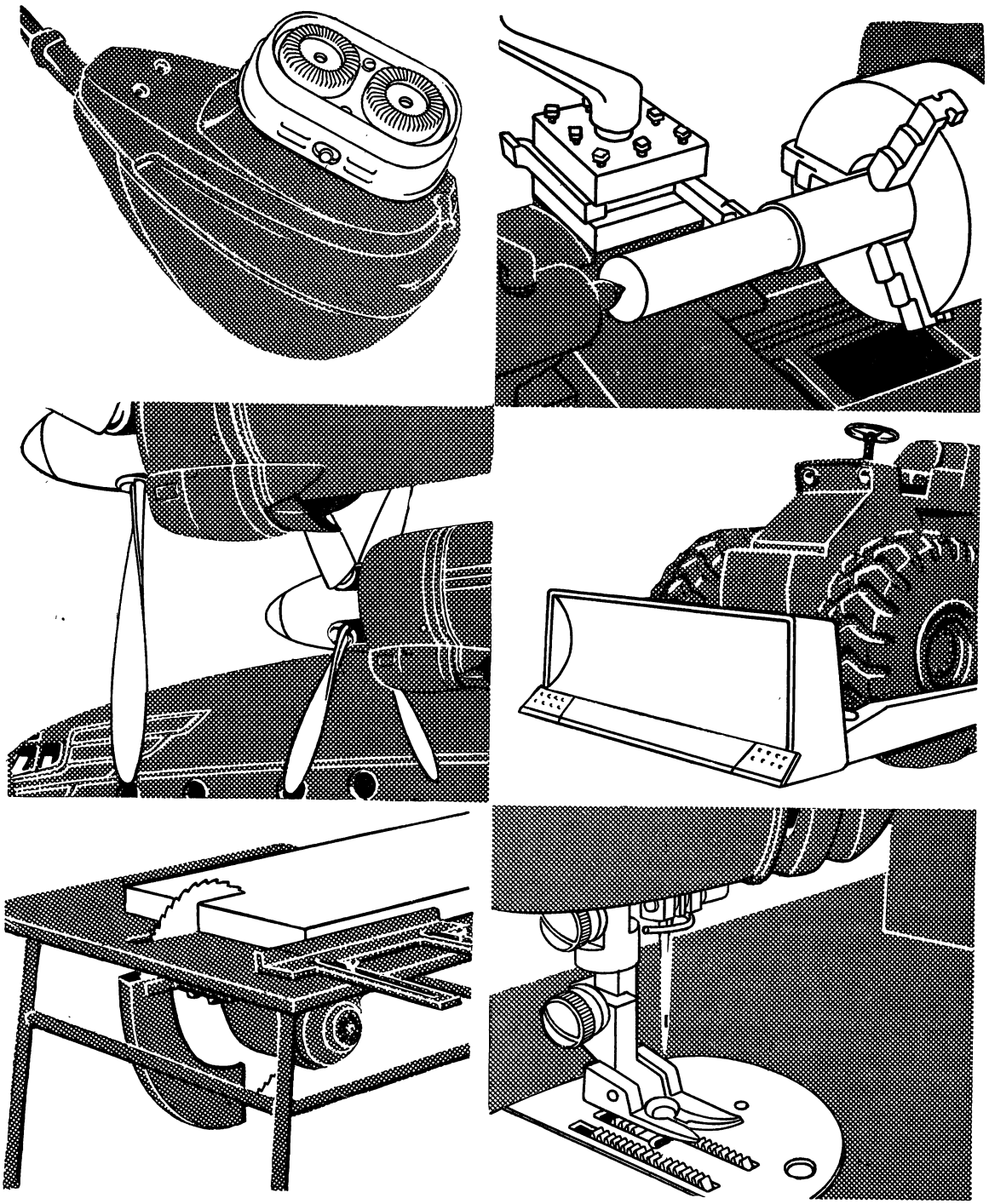
Какие же двигатели применяются в современных машинах?

В технологических машинах главенствующее положение завоевали электрические двигатели. Во-первых, они устроены значительно проще, надежнее других двигателей и имеют более высокий к. п. д. Достаточно сделать пыле- и водонепроницаемый, взрывобезопасный корпус, и электрический двигатель сможет работать и в любом цехе, и в шахте, и в пыли, и под дождем, и даже под водой.

Во-вторых, электрические двигатели всегда готовы к работе и ими легко управлять даже на расстоянии. Нажатием кнопок вы пускаете двигатель, останавливаете его, меняете направление вращения. Двигатели постоянного тока, кроме того, позволяют плавно регулировать скорость их вращения (см. ст. «Переменный и постоянный ток в технике»).

В-третьих, что очень важно, электрические двигатели позволяют значительно упростить механизмы машин и улучшить их конструкцию.

Раньше станки на заводах приводились в движение с помощью приводных ремней. Неудобство и несовершенство такого привода не нуждаются в пояснениях. С появлением множества электрических двигателей различной мощности картина резко изменилась. Каждый станок получил свой двигатель. А часто и несколько, каждый из которых приводит в движение определенные части машины. Так, на-



В верхнем ряду: у электробритвы — ножи, у токарного станка — шпиндель и суппорт; *в среднем ряду:* у винтомоторных самолетов — винты пропеллера, у бульдозера — нож; *в нижнем ряду:* у распиловочного станка — дисковая пила, у швейной машины — игла и челнок.

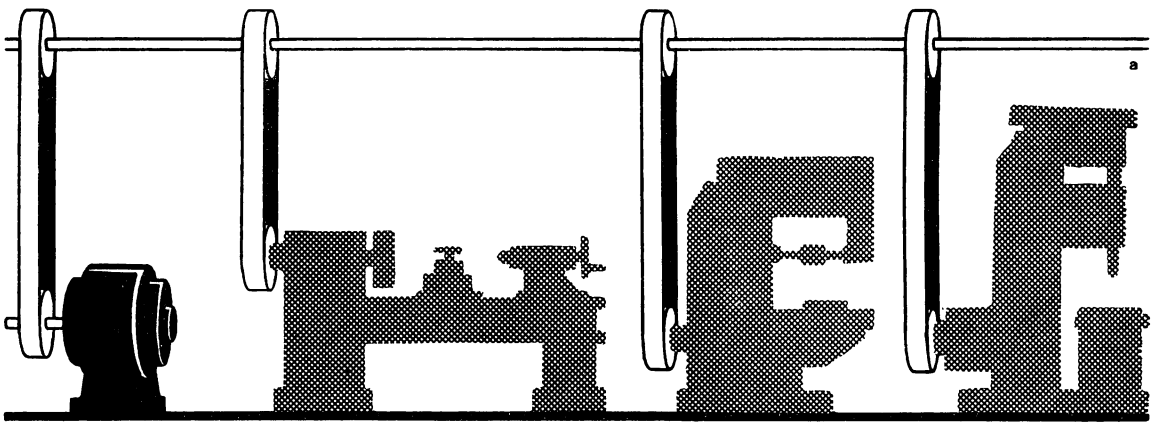


Схема развития привода. Сначала один двигатель обслуживал много станков (*а*), затем каждый станок получил собственный двигатель, но система передачи от двигателя к рабочему органу оставалась сложной (*б*). Наконец, упростили и привод— двигатель приблизили к рабочему органу станка (*в*). А современные станки снабжены не одним, а несколькими двигателями (*г*).

пример, на гигантском карусельно-расточном станке установлено более 40 электрических двигателей. Такое же количество двигателей имеет шагающий экскаватор. А прокатный стан (см. ст. «Металл приобретает форму») «превзошел» всех: в прокате заготовки участвует более тысячи электрических двигателей различной мощности.

Электрические двигатели позволили создать современные высокопроизводительные машины, агрегатные станки, автоматические станочные линии и заводы-автоматы. Благодаря им появились удобный электрифицированный инструмент и разнообразные машины, облегчающие труд человека в быту.

На некоторых землеройных, грузоподъемных, дорожных и сельскохозяйственных машинах, которым приходится кочевать по полям и бездорожью, работать вдали от источников электрического тока, применяются двигатели внутреннего сгорания.

Несколько иное положение в мире транспортных машин. Здесь работают самые различные двигатели, в зависимости от требований, предъявляемых к машине (скорость, сила тяги), и от того, где она работает (на земле, в воздухе, на воде или под водой). При этом двигатели конкурируют, доказывая свои преимущества в борьбе за скорость, силу, экономичность.

В воздухе поршневые авиационные двигатели внутреннего сгорания быстро уступают место газотурбинным и реактивным. На железной дороге электровозы с электрическими и тепловозы с дизельными двигателями уверенно вытесняют паровозы с их несовершенными паровыми машинами. А газовая турбина уже начала «наступление» на тепловозный дизель.

На тяжелых грузовых автомобилях вместо бензиновых двигателей появляются мощные дизельные, уже давно успешно работающие на тракторах, судах, самоходных баржах. В городском транспорте соперничают электрические, бензиновые и дизельные двигатели.

Лишь в космосе пока один «хозяин» — ракетный двигатель.

Подробно с устройством и работой различных двигателей вы можете познакомиться, прочитав статьи «Двигатели и генераторы» и «Реактивные двигатели».

Передачи

Все двигатели создают вращательное движение, а рабочие органы машин совершают движение по самым разнообразным траекториям и с различными скоростями. Следовательно, пе-

редаточные механизмы должны не только передавать движение и усилие от вала двигателя исполнительным (рабочим) и вспомогательным органам машины, но и преобразовывать движение из одного вида в другой, изменять его скорость и направление.

Начнем с простого примера: нужно привести в движение водяной насос при помощи электрического двигателя. Рабочее колесо насоса должно вращаться с той же скоростью и в том же направлении, что и вал двигателя. В этом случае достаточно поставить насос рядом с двигателем и соединить их валы между собой. Это делается при помощи простых муфт.

Если в процессе работы необходимо разъединять машины на ходу, применяются более сложные, фрикционные или электромагнитные муфты. Во втором случае передача вращения происходит не за счет силы трения, как в первом, а за счет силы магнитного притяжения, возникающего при протекании тока по обмоткам муфты.

Иногда соединяемые части машин находятся на некотором расстоянии друг от друга и оси валов не совпадают. В этом случае используют вал с карданными шарнирами или гибкий вал (трос).

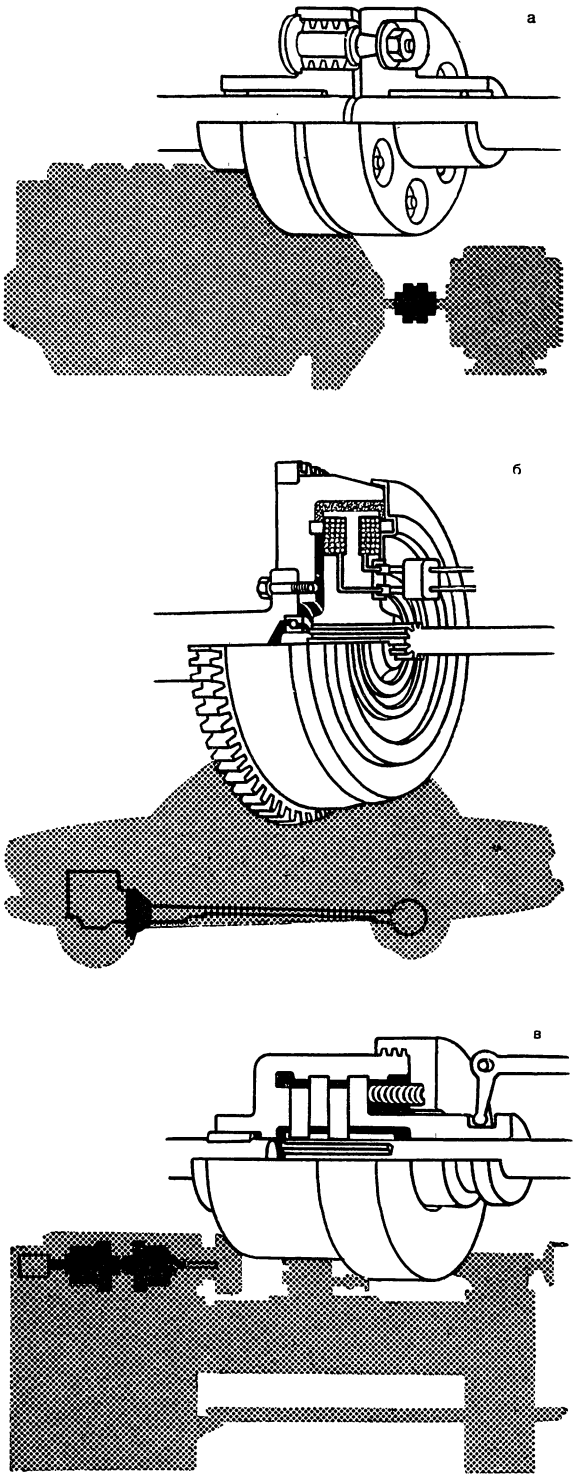
Следующая группа устройств для передачи вращательного движения — это ременные и цепные передачи. В отличие от предыдущих они позволяют получать различные скорости вращения. Скорости ведущего и ведомого валов в таких передачах связаны простой зависимостью:

$$\text{скорость вращения ведомого вала} = \frac{\text{скорость вращения ведущего вала} \times \text{диаметр ведущего шкива}}{\text{диаметр ведомого шкива}}$$

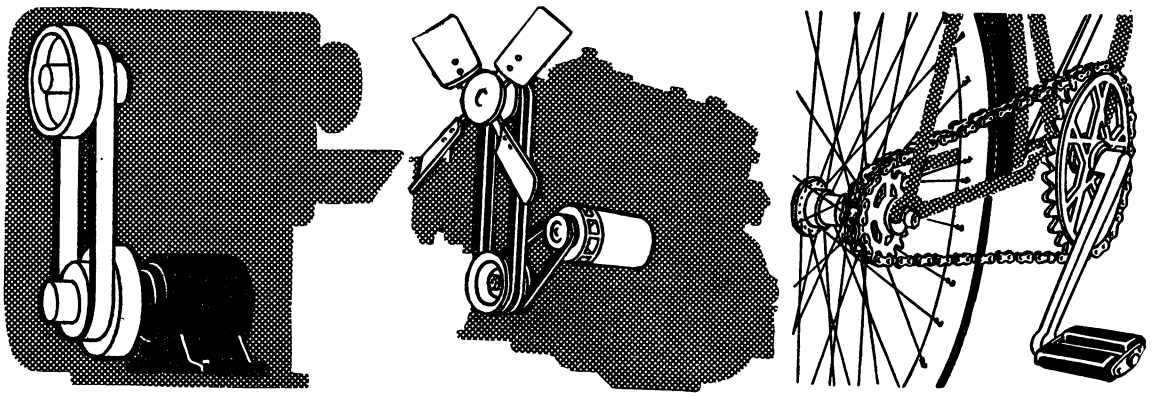
Иными словами, если мы хотим, чтобы ведомый вал вращался быстрее ведущего, мы должны поставить на нем шкив меньшего диаметра, чем на ведущем, и наоборот. Отношение диаметра ведущего шкива к диаметру ведомого называется передаточным числом. (Для цепной передачи диаметры шкивов в формуле надо заменить числом зубцов ведущей и ведомой звездочек.)

В некоторых машинах цепные передачи служат еще и частью рабочего органа. Например, ковши землеройной и зубья врубовой машин крепятся непосредственно на цепи и перемещаются вместе с нею.

Несмотря на то что ременные передачи наиболее просты, в машиностроении более широко распространены зубчатые передачи.



Муфты для передачи вращения: *а* — жесткая муфта; *б* — электромагнитная; *в* — фрикционная.



Виды передач *(слева направо)*: ременная, текстропная, цепная.

Еле различимые глазом зубчатые колесики отсчитывают время в маленьких наручных часах, а гигантские зубчатые колесища диаметром в несколько метров помогают поднимать огромные щиты в шлюзах, поворачивать стрелы экскаваторов и подъемных кранов. Но для всех таких передач действительна одна и та же формула передачи скоростей. Она сходна с формулой ременных передач:

$$\text{скорость вращения ведомого колеса} = \frac{\text{скорость вращ. ведущ. колеса} \times \text{число зубцов ведущ. колеса}}{\text{число зубцов ведомого колеса}}$$

Зубчатые передачи (в этом вы можете убедиться из рисунка на стр. 49) допускают различное расположение валов, различные скорости и направления вращения.

В тех случаях, когда для изменения скорости вращения оказывается недостаточным передаточное число одной пары колес, применяют несколько пар зубчатых колес. Такой механизм, заключенный в отдельный корпус, называется редуктором.

Но для многих машин нужны передачи, позволяющие легко и быстро изменять скорость ведомого вала. Для этого в редукторе устанавливают несколько параллельно расположенных валов, на которых находятся зубчатые колеса с различным количеством зубцов. При помощи специальных устройств в зацепление вводят те или иные пары колес. Такие редукторы с изменяемым передаточным числом называются коробками скоростей или коробками передач.

Как бы хорошо ни были изготовлены зубья цилиндрических зубчатых колес, при их зацеплении неизбежно происходят удары, отчего они быстро изнашиваются. Поэтому в передачах, испытывающих большие нагрузки, применяют простые косозубые и шевронные зубчатые колеса. Сцепление зубцов у таких колес происходит плавно, без ударов.

Следующий вид передач вращательного движения — червячная пара. Червячные редукторы могут иметь весьма большие передаточные числа. В подавляющем большинстве таких передач червяк является ведущим, а зубчатое колесо — ведомым.

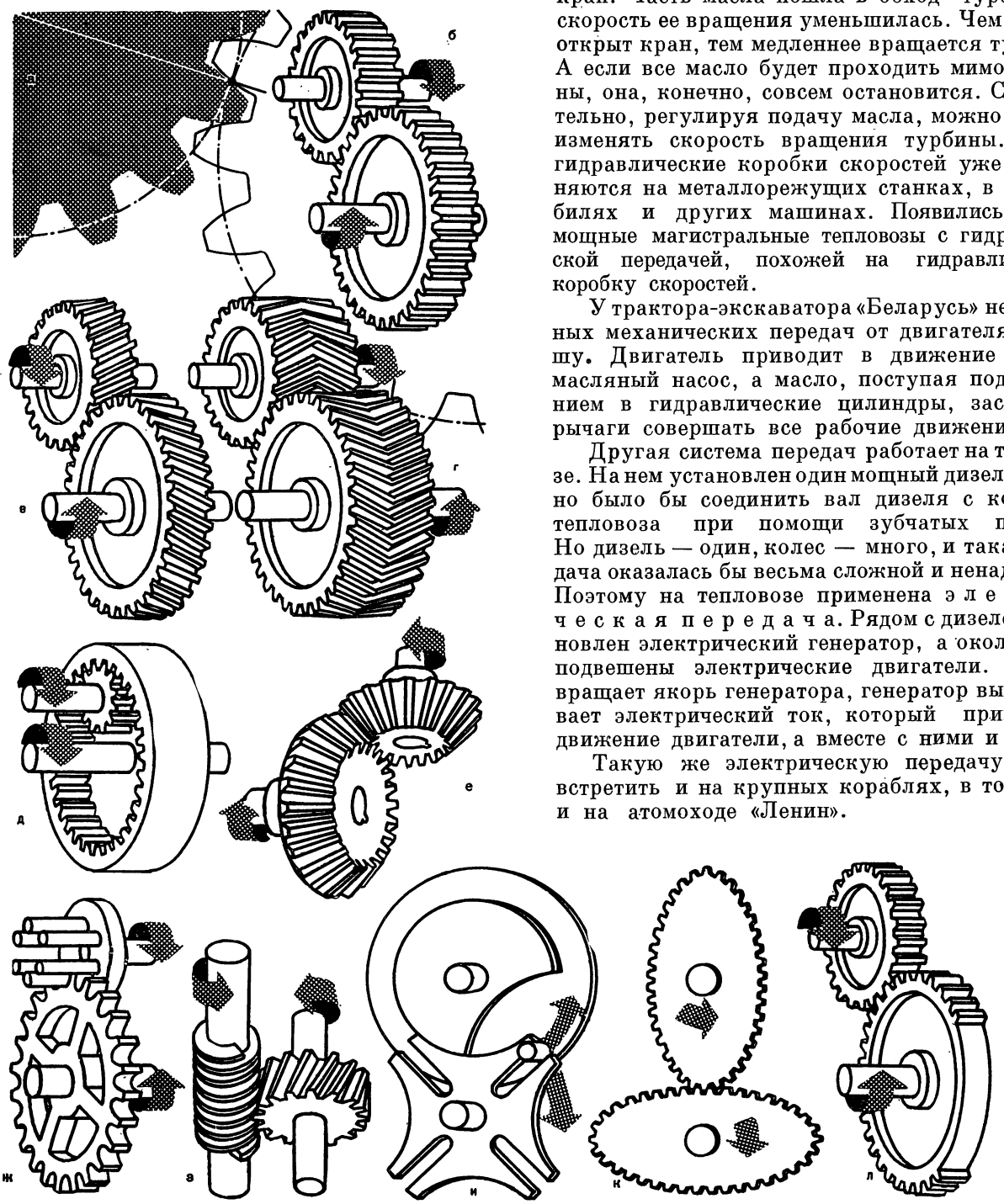
Но передачей и изменением скоростей вращательного движения не исчерпываются задачи передаточных механизмов. Рабочие органы и вспомогательные устройства многих машин совершают возвратно-поступательное движение, а вал двигателя — вращательное. Поэтому существуют передачи, преобразующие вращательное движение в возвратно-поступательное, и наоборот.

Вот, пожалуй, и все основные виды механических передач движения, применяемые в современных машинах. Из их сочетаний в конечном счете состоит любой самый сложный передаточный механизм.

Чем больше совершенствуются машины, тем больше требований предъявляется к их механизмам. И не всегда механические передачи позволяют выполнить эти требования.

Как ни хороша, например, коробка скоростей, состоящая из зубчатых передач, она позволяет изменять скорость только ступенями, зависящими от передаточных чисел зубчатых колес, находящихся в зацеплении. А вот гидравлическая коробка скоростей обеспечивает плавное изменение скорости в широких пределах. Она состоит из масляного насоса и масляной турбины. Насос находится на ведущем валу, а турбина на ведомом. При

Виды зубчатых зацеплений: *а* — схема зацепления; *б* — прямозубая цилиндрическая передача; *в* — косозубая цилиндрическая; *г* — шевронная; *д* — внутреннее зацепление; *е* — коническая передача; *ж* — цевочная; *з* — червячная пара; *и* — мальтийский крест; *к* — эллиптические колеса; *л* — передача с неполным числом зубьев.

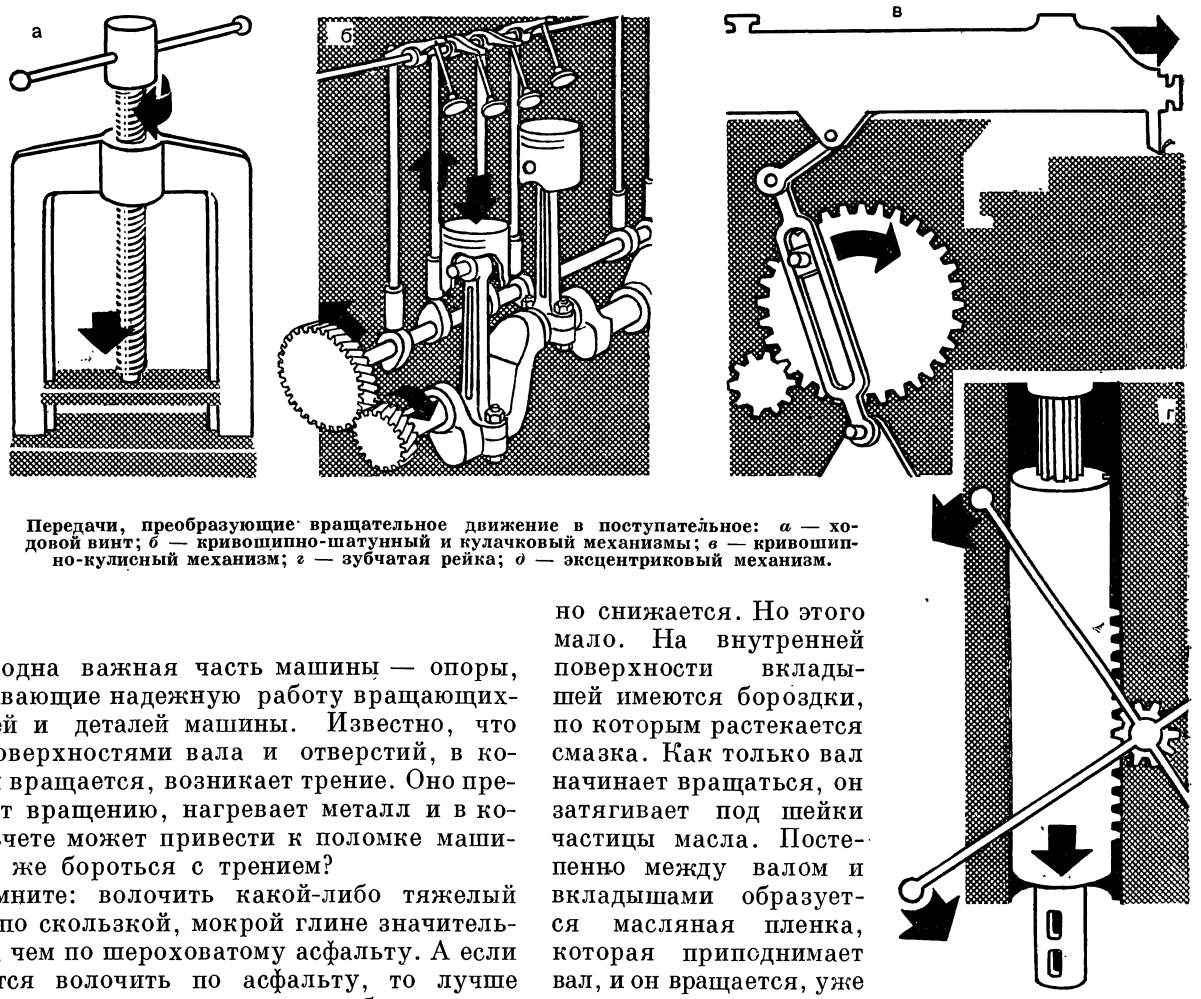


работе насос подает масло на лопатки турбины и заставляет ее вращаться. Если все масло из насоса идет на турбину, она вращается с максимальной скоростью. Но вот мы приоткрыли кран. Часть масла пошла в обход турбины, и скорость ее вращения уменьшилась. Чем больше открыт кран, тем медленнее вращается турбина. А если все масло будет проходить мимо турбины, она, конечно, совсем остановится. Следовательно, регулируя подачу масла, можно плавно изменять скорость вращения турбины. Такие гидравлические коробки скоростей уже применяются на металлорежущих станках, в автомобилях и других машинах. Появились уже и мощные магистральные тепловозы с гидравлической передачей, похожей на гидравлическую коробку скоростей.

У трактора-экскаватора «Беларусь» нет сложных механических передач от двигателя к ковшу. Двигатель приводит в движение только масляный насос, а масло, поступая под давлением в гидравлические цилиндры, заставляет рычаги совершать все рабочие движения.

Другая система передач работает на тепловозе. На нем установлен один мощный дизель. Можно было бы соединить вал дизеля с колесами тепловоза при помощи зубчатых передач. Но дизель — один, колес — много, и такая передача оказалась бы весьма сложной и ненадежной. Поэтому на тепловозе применена электрическая передача. Рядом с дизелем установлен электрический генератор, а около колес подвешены электрические двигатели. Дизель вращает якорь генератора, генератор вырабатывает электрический ток, который приводит в движение двигатели, а вместе с ними и колеса.

Такую же электрическую передачу можно встретить и на крупных кораблях, в том числе и на атомоходе «Ленин».



Передачи, преобразующие вращательное движение в поступательное: *а* — ходовой винт; *б* — кривошипно-шатунный и кулачковый механизмы; *в* — кривошипно-кулисный механизм; *г* — зубчатая рейка; *д* — эксцентриковый механизм.

Опоры

Еще одна важная часть машины — опоры, обеспечивающие надежную работу вращающихся частей и деталей машины. Известно, что между поверхностями вала и отверстий, в которых он вращается, возникает трение. Оно препятствует вращению, нагревает металл и в конечном счете может привести к поломке машины. Как же бороться с трением?

Вспомните: волочить какой-либо тяжелый предмет по скользкой, мокрой глине значительно легче, чем по шероховатому асфальту. А если приходится волочить по асфальту, то лучше подкладывать под предмет какие-нибудь катки. На языке техники это значит, что уменьшить трение можно, заменив сухое трение трением скольжения или трением качения.

Опорные участки вала — их называют ш и п а м и или ш е й к а м и — протачивают, шлифуют и помещают в специальные о п о р ы — подшипники, которые разделяются на две основные группы: подшипники скольжения и подшипники качения.

П о д ш и п н и к и с к о л ь ж е н и я состоят из разъемного к о р п у с а и в к л а д ы ш е й. При сборке вал кладется отшлифованными шейками на нижние половины вкладышей и покрывается верхними половинками вкладышей.

Делаются вкладыши из бронзы или специального сплава. Благодаря такому сочетанию трущихся материалов (черный металл вала по бронзе или другому сплаву) трение значительно снижается. Но этого мало. На внутренней поверхности вкладышей имеются бороздки, по которым растекается смазка. Как только вал начинает вращаться, он затягивает под шейки частицы масла. Постепенно между валом и вкладышами образуется масляная пленка, которая приподнимает вал, и он вращается, уже не касаясь поверхности вкладышей. Так сухое трение заменяется жидкостным.

Трение сильно уменьшилось, но не исчезло совсем. При больших скоростях даже трение жидкостного скольжения вызывает сильный нагрев подшипника. Его надо охлаждать, и эта обязанность также поручается маслу. В одних подшипниках устраивают масляную ванну, а на вал надевают кольца, которые, вращаясь, подают свежее масло из ванны на шейку вала. В другие непрерывно подают масло при помощи специальных насосов. Масло од-

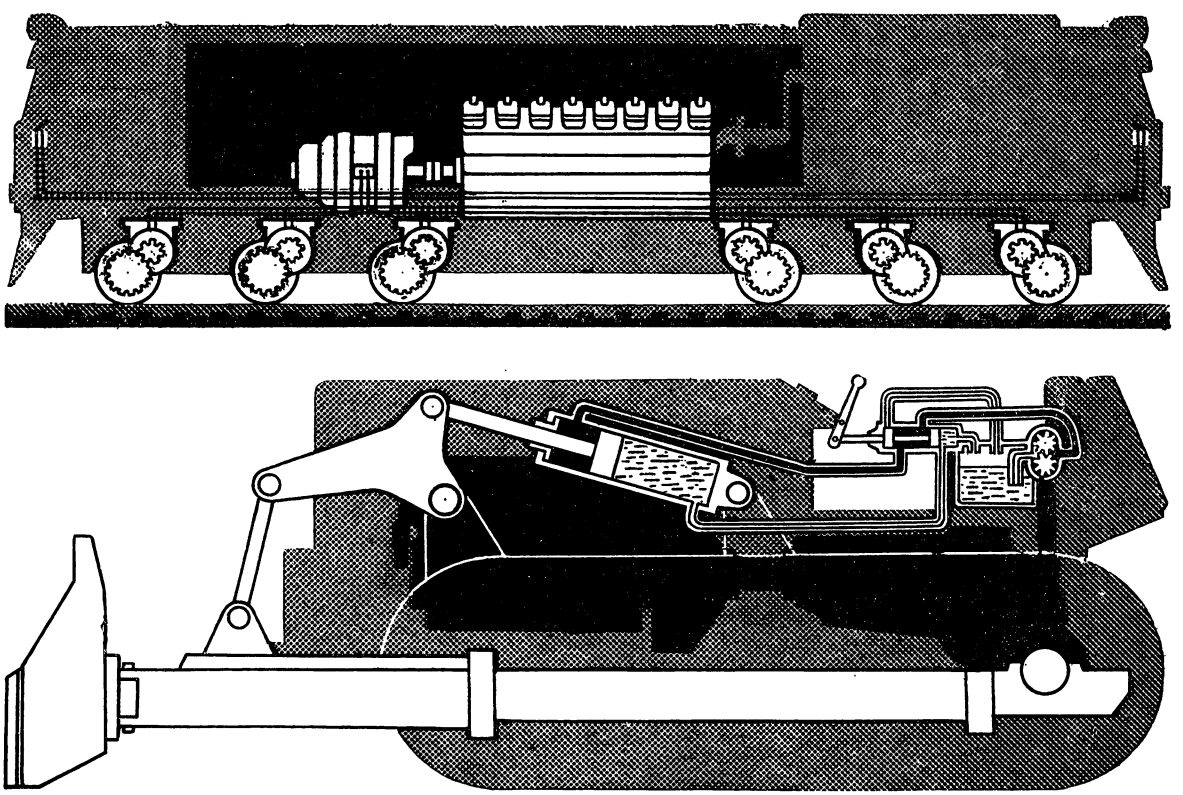
новременно и смазывает трущиеся поверхности, и охлаждает их.

Как видите, обеспечить надежную работу подшипников скольжения не так-то просто: они требуют повседневного ухода.

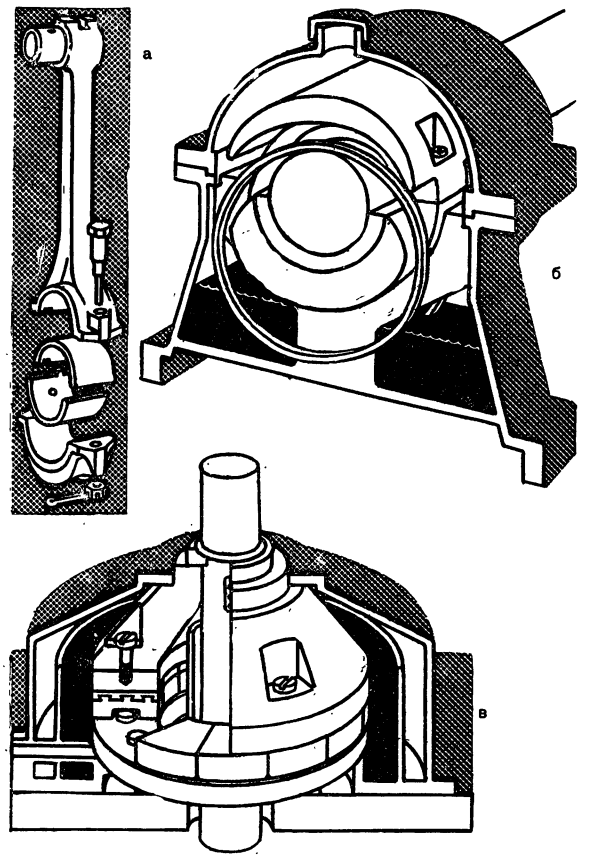
Значительно надежнее и удобнее в эксплуатации подшипники качения. В таких подшипниках находятся стальные шарики или ролики, которые при вращении катятся по канавкам колец между вращающимся валом и неподвижной опорой. На преодоление трения в шариковом подшипнике тратится всего несколько тысячных долей общей нагрузки на вал. Поэтому смазка здесь только снижает трение шариков друг о друга или о сепаратор (металлическое кольцо с гнездами, разделяющими шарики между собой на равные расстояния). Задача охлаждения подшипника на нее не возлагается. Достаточно однажды смазать такой подшипник, и вы смело можете не открывать его до следующего ремонта машины.

Решая вопрос о том, какому виду подшипников отдать предпочтение в том или другом случае, надо учитывать также, что подшипники скольжения плохо работают при трогании с места, пока не успела образоваться масляная пленка (к тому же при резких толчках на валу эта пленка весьма легко нарушается). Подшипники качения, наоборот, хорошо работают при трогании с места. Но и у них есть недостаток: они плохо переносят очень большие нагрузки, когда давление на шарики или ролики оказывается чрезмерно большим.

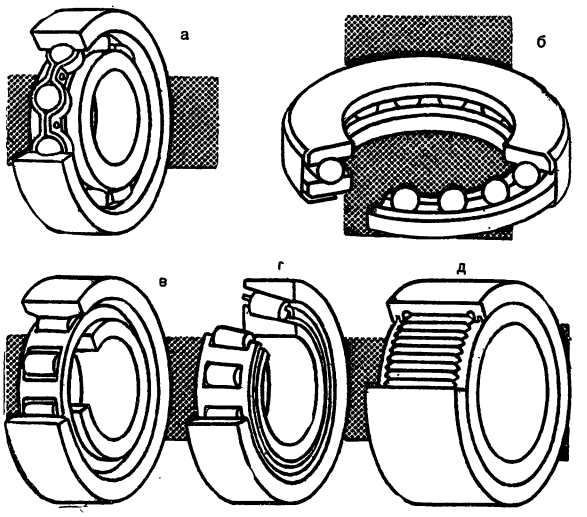
Какие же подшипники применять для мощных авиационных двигателей, гигантских прокатных станов и других машин, валы которых испытывают очень большие и часто изменяющиеся нагрузки? Оказывается, ни те и ни другие. Для таких машин применяют специальные игольчатые подшипники, в которых между кольцами находятся обильно смазанные тонкие стальные иглы. Сначала такой подшипник работает как роликовый — иглы катятся по поверхности колец. При увеличении скорости вала иглы перестают катиться и вместе с маслом образуют внутреннее кольцо, которое скользит между стальными кольцами



Передачи в машинах: *вверху* — электрическая на тепловозе; *внизу* — гидравлическая в бульдозере.



Подшипники скольжения: *а* — обычные; *б* — с кольцами; *в* — сегментный опорный.



Подшипники качения: *а* — шариковый; *б* — шариковый опорный; *в* — роликовый; *г* — конический. *Внизу справа* — игольчатый подшипник (*д*).

подшипника. Как видите, в игольчатом подшипнике сочетаются достоинства подшипников скольжения и подшипников качения.

Тормоза

Представьте себе, что произошло бы на улицах, если бы автомобили, троллейбусы и трамваи не имели бы тормозов! Не менее важны тормоза и для различных грузоподъемных и технологических машин.

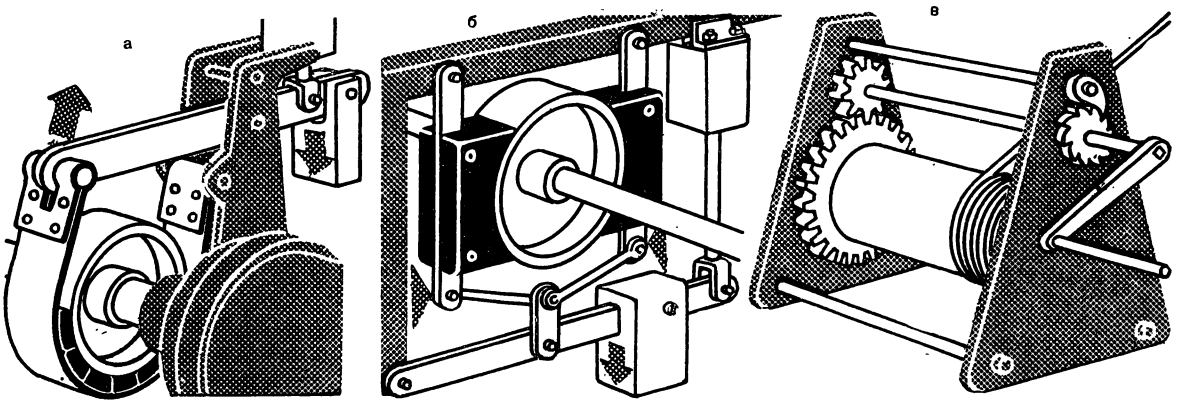
Если в подшипниках трение было нашим врагом, с которым мы боролись всеми доступными нам способами, то в тормозах, наоборот, трение становится нашим помощником. Оно помогает нам замедлять скорость машины, удерживать ее от самопроизвольного движения.

Наибольшее распространение получили тормоза колодочного типа. На вращающемся валу машины находится стальной барабан. К нему при торможении снаружи или изнутри прижимаются колодки. Они сделаны из чугуна или другого материала, который в паре со сталью барабана имеет высокий коэффициент трения. Обычно колодки прижимаются к барабану с помощью рычагов усилием человека, электромагнитным устройством или сжатым воздухом.

В некоторых машинах тормозные колодки постоянно прижаты к барабану весом груза, подвешенного на рычаге, и отжимаются при помощи электромагнита только на время работы механизма. Такие тормоза называются грузовыми и применяются, например, в механизмах подъемных кранов для предотвращения самопроизвольного опускания подвешенного на крюке груза.

Часто можно встретить в машинах ленточные тормоза. У них вместо колодок к барабану прижимается охватывающая его лента, покрытая специальным усиливающим трение материалом.

В некоторых механизмах для предотвращения самопроизвольного вращения ведомого вала применяют так называемую самотормозящую червячную передачу. Она отличается от обычных червячных передач меньшим углом наклона винтовой линии червяка. Благодаря этому трение, возникающее между зубцами колеса и червяком при передаче движения от колеса к червяку, превышает крутящее усилие и надежно препятствует вращению механизма. А вращение от червяка к колесу передается свободно.



Тормозные устройства: *а* — ленточное; *б* — колодочное; *в* — храповое.

В ряде случаев, например в ручной лебедке, применяют храповое устройство. Оно состоит из храпового (зубчатого) колеса и стопорящего приспособления («собачки»). «Собачка» допускает беспрепятственное вращение храпового колеса в одну сторону и надежно стопорит его при попытке повернуть в обратную.

На электрифицированном транспорте — на электровозах, в поездах метро, в троллейбусах, помимо механического торможения, применяют еще и электрическое. Установленные на этих машинах электрические двигатели могут работать и в качестве электрических генераторов. Когда машинисту необходимо замедлить движение состава, он переводит двигатели в генераторный режим. Раньше электрический ток двигал состав, а теперь, наоборот, движущийся по инерции состав приводит в движение ставшие генераторами двигатели и вырабатывает электрический ток. На это затрачивается энергия движения, и состав замедляет ход.

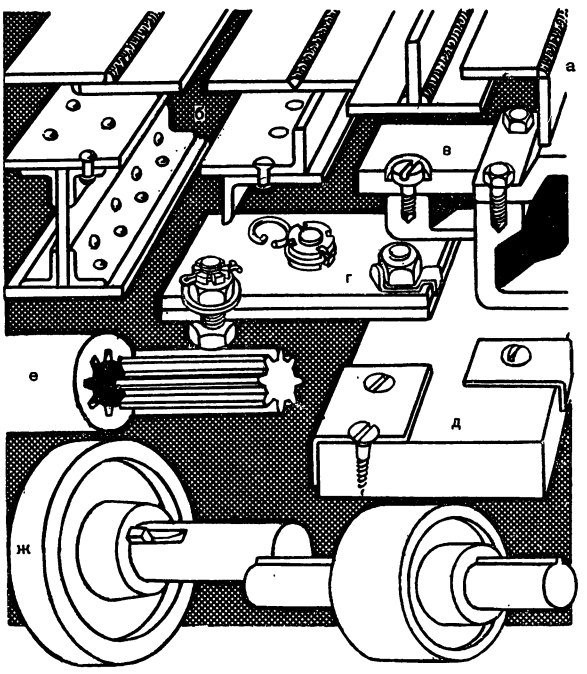
Соединения

Детали, из которых состоят машины, соединены между собой различными способами. Одни детали соединяют «раз и навсегда», другие так, чтобы их можно было разобрать и собрать вновь, и третьи так, чтобы они могли двигаться относительно друг друга.

Неразборные соединения выполняют пайкой, запрессовкой одной детали в другую, с помощью заклепок, но чаще всего газовой или электрической сваркой (см. ст. «Как сваривают металл»).

Разборные соединения, как правило, выполняют при помощи болтов с гайками или винтов. А чтобы они не развинтились от вибрации, применяют дополнительные стопорящие детали: контргайки, различные фигурные и пружинящие шайбы и шплинты.

Есть и иные типы разборных соединений. Шкивы, зубчатые колеса и другие вращающиеся детали соединяют с валом при помощи выступов, равномерно расположенных на одной из деталей, которые входят в пазы другой (шлицевое соединение). Эти же



Виды соединений деталей: *а* — сварка; *б* — клепка; *в* — винтовое соединение; *г* — с помощью болтов; *д* — соединение шурупами; *е* — шлицевое; *ж* — шипочное соединение.

детали часто крепят и с помощью шпонки, входящей одновременно в вал машины и в соединяемую с ним деталь (шпоночное соединение). Иногда такие соединения делают так, что позволяют, когда это нужно, перемещать вращающиеся детали вдоль оси вала. В этом случае они относятся к подвижным соединениям.

Устройства управления

Как мы уже установили, основные рабочие операции машина выполняет сама, а человеку остается только управлять ею. Для этого каждая машина имеет различные рукоятки, штурвалы, рычаги, педали и кнопки, при помощи которых человек включает двигатели, направляет режущий инструмент и т. д.

Увеличение габаритов и мощности машин, повышение скорости их движения и работы привели к тому, что физических возможностей человека стало недостаточно, чтобы управлять современными сложными машинами.

На помощь человеку пришли созданные им специальные системы управления — гидравлическая (масло под давлением), пневматическая (сжатый воздух) и электрическая. Такие системы называются сервоприводами.

За примерами нам далеко ходить не придется. Водитель «Москвича», нажимая педаль тормозов, передает усилие через тормозную жидкость на колодки тормозов и останавливает машину. Усилия шофера тем более недостаточно, чтобы остановить тяжелый, 25-тонный самосвал, а тем более 65-тонный. Педаль в самосвале та же, что и на «Москвиче», но, нажимая ее, шофер только открывает клапан, а останавливает машину сжатый воздух, который поступает в тормозные цилиндры.

Моторист легкого катера усилием своих рук, поворачивая штурвал, свободно разворачивает катер в любом направлении. А управлять рулями большого корабля помогают мощные электрические машины.

Лопатки направляющего аппарата турбин Братской ГЭС имеют высоту более трех метров, весят несколько тонн и прижимаются друг к другу гигантским давлением воды. Попробуй, поверни их! Но машинисту и не надо этого делать самому. Ему помогает масляная система регулирования турбины.

Многие сложные машины имеют комбинированные системы управления. Например, вы нажали кнопку, и электрический ток открыл электромагнитный клапан на маслопроводе. Масло поступило в сервомотор, и он повернул тяжелые лопасти турбины.

Эти системы управления не только умножили силы человека, но сделали его как бы «многоруким». Они позволили одному человеку управлять сразу несколькими машинами и механизмами.

Спуститесь в метрополитен. К платформе подходит поезд. Одним поворотом рукоятки при помощи сжатого воздуха машинист открывает и закрывает все двери вагонов. Конечно, осуществить такое управление при помощи простых рычагов и троса было бы невозможно.

Машины становятся все более производительными, скорость их работы увеличивается, и человек уже «не успевает» следить за ними и управлять их работой. Появляются устройства, которые управляют машинами без участия человека. В этом — будущее машиностроения (см. статьи раздела «Автоматика»).

Станины и ходовое оборудование

В заключение рассказа о деталях машин осталось только добавить, что «жизнь» у машин бывает разная. Одни спокойно стоят в просторном цехе завода, другие кочуют с места на место, а третьи для того и сделаны, чтобы всегда быть в пути.

КАК ГНУТЬ ДЕРЕВО

Если нужны детали малого сечения (тонкие рейки, бамбуковые детали и т. п.), то их гнут над пламенем свечи, спиртовки или другого подходящего источника огня. Сгибать надо постепенно, по мере прогревания изгибаемого места.

Однако излишняя задержка вредна — древесина в месте сгиба пересыхает и делается хрупкой. Чтобы этого не произошло, нужно слегка смочить деталь водой.

Более толстые детали сначала пропаривают в кипящей воде, а уж затем гнут. Время нахождения заготовки в кипящей воде зависит от ее толщины и колеблется от 5 до 40 минут.

Можно гнуть и фанеру, только ее намачивают в холодной воде.

Чтобы согнутая деталь сохранила приданную ей форму, ее закрепляют на некоторое время в нужном положении.

К первым относятся почти все станки. Они, как правило, имеют массивную станину, которая устанавливается на фундаменте. Это делает машину устойчивой, невосприимчивой к тряске и вибрации, что особенно важно, когда требуется высокая точность в работе.

Кочующие машины, а к ним относятся подъемно-транспортные, землеройные, горные, сельскохозяйственные и др., имеют различное ходовое оборудование. Оно предназначено только для передвижения машины в процессе работы и, как правило, не рассчитано на «далекие путешествия».

Тяжелые экскаваторы, например, перевозят с одной стройки на другую на специальных многоколесных прицепах, а шагающие экскаваторы, башенные подъемные краны и многие другие машины перевозят в разобранном виде. Правда, есть экскаваторы и подъемные краны, установленные на ходовом оборудовании транспортных машин: на автомобиле, на железнодорожной платформе или барже. Эти машины могут передвигаться своим ходом на большие расстояния.

Подъемные краны, установленные на ходовое устройство автомашин, как правило, имеют еще специальные домкраты, которые при работе крана упираются в землю. Они придают крану большую устойчивость и, предохраняя ходовую часть (рессоры и шины) от перегрузок, повышают грузоподъемность крана.

Что же касается ходовой части транспортных машин, то с ней вы подробно познакомитесь, прочитав статьи раздела «Транспорт».

■

КАК СОЗДАЕТСЯ МАШИНА

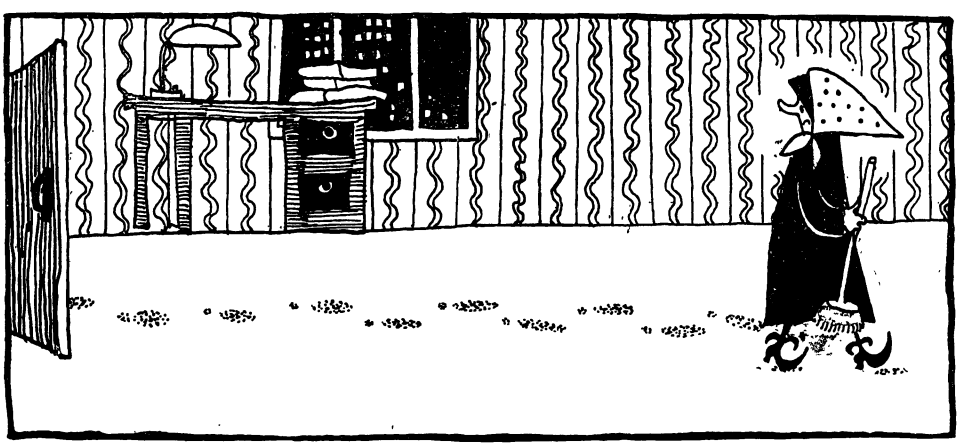
КБ получает задание

Представьте себе, что какой-нибудь конструктор решит в одиночку создать, скажем, новую модель современного самолета или автомобиля. Придумать-то он, возможно, и сможет. Но между «придумать» и «создать» лягут долгие, долгие годы. А за это время машина успеет устареть.

Ведь создать машину — это значит сделать точные расчеты каждой из тысяч ее деталей, это значит вычертить и размножить в необходимом количестве множество чертежей. И это еще только на бумаге, а о создании в «металле» мы и не говорим!

Конечно, при современном состоянии техники и стремительном прогрессе такие темпы никуда не годятся. Теперь над созданием машины трудятся не изобретатели-одиночки, а целые конструкторские бюро — КБ. А то и несколько КБ сразу. Например, агрегаты для крупных гидроэлектростанций разрабатывают два главных специализированных конструкторских бюро: одно конструирует турбину, другое — электрический генератор. И при этом они пользуются множеством двигателей, приборов и аппаратов, созданных в других конструкторских бюро.

Все отрасли техники имеют свои специали-



Трудно убирать вручную...

зированные КБ. При этом КБ может быть самостоятельной организацией и обслуживать несколько заводов данной отрасли, а может быть отделом завода и разрабатывать машины только для своего предприятия.

Человек не может быть специалистом сразу во многих областях техники. Поэтому внутри конструкторских бюро тоже существует разделение труда. Над созданием одной машины работают сотни людей различных профессий. Двигатели разрабатывают конструкторы двигателей, автоматические устройства — автоматчики. Специалисты по приводу конструируют редукторы, коробки скоростей, электрики подбирают электрооборудование и составляют электрические схемы.

Но вся их работа подчинена единой задаче — созданию новой машины, и возглавляет ее главный конструктор, который отвечает за всю машину в целом.

В просторных залах КБ рядами расположились большие наклонные доски со сложными чертежными приспособлениями и специальным освещением. В библиотеке собраны тысячи различных справочников, каталогов, таблиц, альбомов и чертежей. В специальных помещениях установлены счетно-решающие машины, светокопировальные и фоторепродукционные установки для размножения чертежей. Цехи опытного производства подготовлены для изготовления моделей и образцов новых машин.

Коллектив конструкторского бюро готов к выполнению новых заданий. Но кто же должен выдать эти задания? Кто определит, какую именно машину нужно разрабатывать, каким требованиям она должна отвечать?

Может быть так: ученые в научно-исследовательских институтах открыли новый способ обработки деталей, например с помощью ультразвука. Нужно спроектировать станки и машины. В этом случае авторы технических требований—ученые и новая машина будет результатом содружества науки и конструкторской мысли.

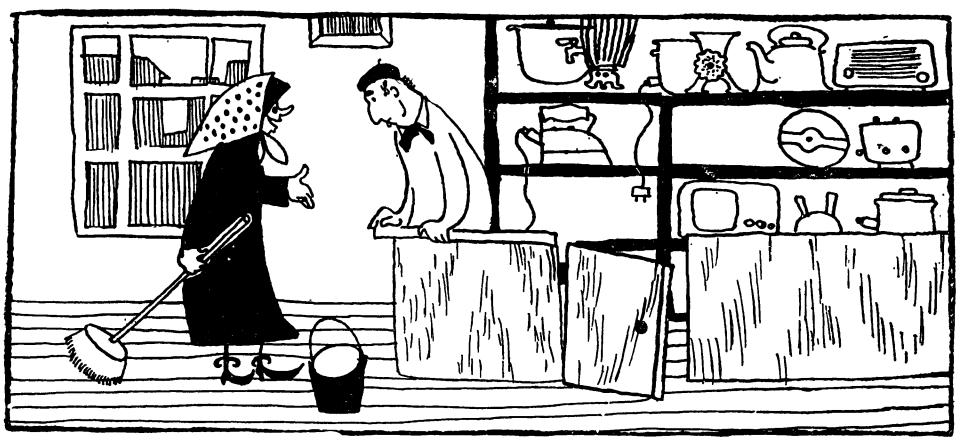
Или другой случай: какому-либо заводу понадобилось так изменить станок, чтобы его можно было встроить в единую автоматическую линию. Но приемы и режимы обработки сохраняются прежними. Или, например, нужно сконструировать электродвигатель иной мощности и размеров, чем уже имеющиеся. Здесь нет необходимости в научных исследованиях, и вся работа ложится на плечи конструкторов. А технические требования составляет завод-заказчик.

В технических требованиях оговорены: назначение новой машины, условия, в которых она будет работать, ее производительность, размеры, вес и т. д. На основе этих требований КБ составляет техническое задание на разработку и согласовывает его с заказчиком. Это главный документ для конструкторов. Он определяет цели и задачи их работы. С него и начинается создание новой машины.

Машина обретает контуры

Прежде всего надо очень тщательно изучить уже существующие подобные машины, обязательно побывать на заводах, где их делают и где они работают. Это позволит конструктору избежать промахов и ошибок, выявившихся в процессе эксплуатации машин, полнее учесть опыт и требования рабочих и инженеров-производственников.

Не менее важно заглянуть в смежные отрасли техники и посмотреть, нет ли там удачных



На помощь должна прийти техника...

конструкторских решений, которые можно использовать в своей работе, надо также поинтересоваться зарубежным техническим опытом.

Когда материал собран и изучен, появляются первые наброски и эскизы будущей машины, которые лишь в общих чертах определяют ее устройство.

Пожалуй, больше всего хлопот доставляет разработка механизмов машины. При этом все время надо помнить: чем больше в машине движущихся деталей, тем она сложнее, тем меньше ее надежность, тем больше энергии будет бесполезно затрачиваться двигателем на преодоление трения в опорах и сочленениях. Поэтому разработка механизма начинается с составления так называемой кинематической схемы (схемы движения) машины, на которой условными значками обозначены все движущиеся элементы. По ней рассчитывают траектории и скорости движущихся деталей, определяют возникающие в них усилия, подбирают шкивы, зубчатые колеса, червячные зацепления и многое другое. Кинематические схемы составляют в нескольких вариантах и путем сравнения и расчетов выбирают лучшую.

Вот теперь можно приступить к подробной разработке деталей машин. Но, оказывается, разрабатывать заново нужно далеко не все детали — многие из них изготовляются различными заводами в большом количестве. Однако может возникнуть вопрос: подойдут ли эти готовые детали к новым машинам?

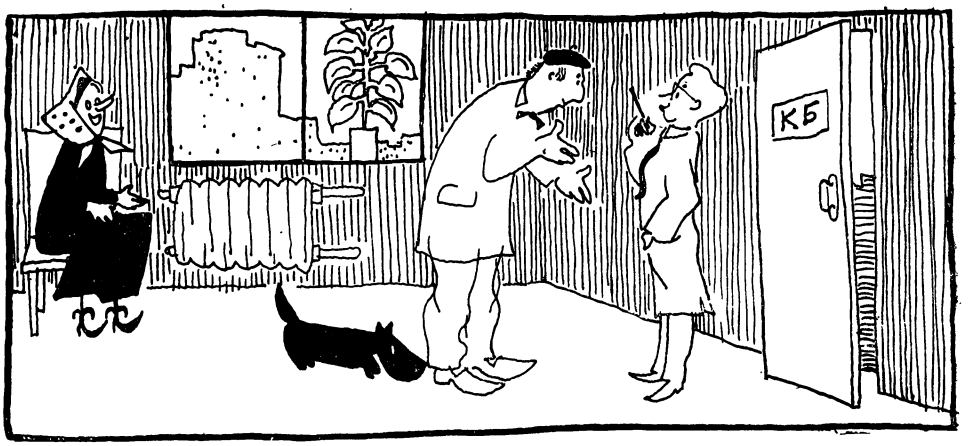
ГОСТ и нормали

На многие изделия и детали, изготовляемые промышленностью в массовых количествах, в нашей стране существует Государственный общесоюзный стандарт (ГОСТ). Это документы, предусматривающие для каждого стандартного изделия совершенно определенные размеры, форму, материал и многие другие характеристики. При этом может «гостироваться» не все изделие, а только его части. Например, форма электрической вилки может быть любой, но длина, толщина штырей и расстояние между ними должны быть выдержаны строго по ГОСТу. И тогда любая вилка подойдет к любой штепсельной розетке.

В машиностроении установлены ГОСТы на профили металла (см. ст. «Металл приобретает форму»), на его химический состав, на подшипники, электрические двигатели, муфты, канаты, трубы и многие другие изделия. Есть также стандарты на резьбовые соединения, зубчатые передачи, напряжение электрического тока в сети и т. д. Конструктор не может, например, создать электрическую машину, рассчитанную на напряжение 100 *в*. Такого напряжения в технике нет. Он обязан сделать машину на стандартное напряжение — 110, 127, 220 или 380 *в*.

Но и это еще не все.

Каждый машиностроительный завод или группа заводов какой-либо отрасли промышленности имеет свои нормали. Это технические документы, предписывающие применение только определенных профилей металла, размеров штампов, способов обработки. Нормали устанавливают и размеры крепежных деталей: гаек, болтов, шайб и т. д. И когда конструктор разрабатывает машину, он обязан придерживаться тех нормалей, которые приняты на заводах-изготовителях. Чем больше будет в новой машине стандартных и нормализованных приборов,



Значит, надо обратиться к конструкторам — пусть изобретут пылесос...

аппаратов и деталей, тем проще машина будет в изготовлении, дешевле, надежней в эксплуатации. Ведь стандартные и нормализованные детали выпускаются в большом количестве, и, следовательно, они дешевле, их можно легко достать и в случае повреждения заменить.

Взаимозаменяемость и допуск

Однако новую машину, конечно, невозможно создать только из стандартных изделий и деталей. Многие узлы и детали нужно конструировать заново. Но и в этом случае конструктор обязан придерживаться определенных требований. Прежде всего требования взаимозаменяемости деталей. Это значит, что детали от одной машины должны свободно подходить к другим машинам того же типа. Например, все детали к велосипеду «Орленок» должны подходить к любому велосипеду этой марки. Это достигается, с одной стороны, путем использования уже известных нам стандартных или нормализованных размеров соединений, а с другой — применением системы допусков.

Что это значит?

Возьмем, например, валик, который должен входить в отверстие втулки. Конструктор при расчетах указывает для валика и для отверстия втулки одинаковый, так называемый номинальный диаметр. Но при изготовлении деталей выдержать этот размер абсолютно точно не удается. В результате не каждый валик войдет в каждое отверстие, и детали окажутся невзаимозаменяемыми.

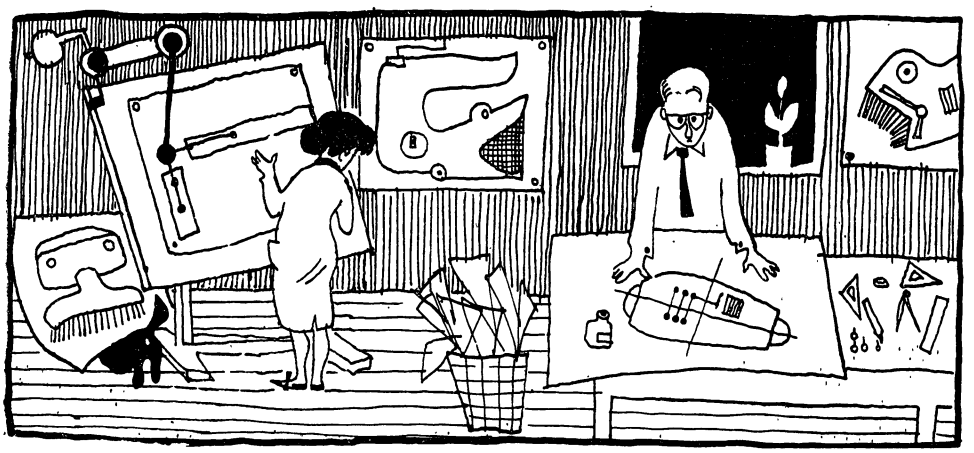
Чтобы этого не случилось, конструктор в чертежах на сопряженные детали должен указать допуски, т. е. допустимые отступления от размеров. Валик можно выточить точно по размеру или немного меньше, а отверстие — точно по размеру или чуть больше. И если допуски будут выдержаны, детали окажутся взаимозаменяемыми — любой валик войдет в любое отверстие. Это, конечно, очень простой пример. Но, правильно применяя систему допусков, можно добиться взаимозаменяемости сложных деталей и целых узлов машины.

Унификация деталей и типизация машин

Каждой отрасли народного хозяйства нужно много различных машин. Количество видов машин непрерывно возрастает. А каждый новый вид машины требует времени и средств на его разработку и изготовление. Нельзя ли сократить эти затраты?

Мы только что говорили о взаимозаменяемости деталей одинаковых машин. Но ведь можно и в разных машинах использовать одинаковые детали и даже целые узлы. Скажем, для ряда близких по конструкции металлорежущих станков применить одинаковые коробки передач, ходовые винты, зажимы, штурвалы, рукоятки, программирующие устройства и т. п. Такие узлы и детали называются унифицированными.

Теперь представьте себе цех завода, в котором установлено 10 токарных станков и 10 фрезерных. И вот этому цеху поручили работу, при которой заняты все 10 токарных станков и только 5 фрезерных. Через полгода пришел новый заказ. Теперь оказались полностью загруженными 10 фрезерных и 5 токарных станков.



Сначала составили эскиз общего вида...

Ясно, что такое использование станочного парка невыгодно. Как же быть?

Здесь на помощь приходит типизация машин. Это значит, что конструктор, разрабатывая машину, предназначает ее для выполнения не одного вида работ, а нескольких. Для этого он создает сменные типовые узлы — агрегаты. Например, агрегатный металлообрабатывающий станок имеет несколько сменных агрегатов: токарный, сверлильный, фрезерный, шлифовальный. Таким образом, достаточно сменить агрегат — и цех получит новый станок. А в сельском хозяйстве находят широкое применение самоходные шасси, позволяющие по мере необходимости навешивать различные сельскохозяйственные орудия. Это тоже пример агрегатной машины. То же самое можно сказать о некоторых видах экскаваторов, которые путем замены рабочих органов или ходовой части можно подготовить к выполнению различной работы.

Из чего делают машины

Можно смело сказать: нет ни одной машины, изготовленной из одного какого-либо материала. И чем сложнее машина, тем больше различных материалов используется для изготовления ее деталей. Какой материал выбрать для детали? Этот вопрос конструктор должен решить, исходя прежде всего из ее назначения и условий, в которых ей придется работать.

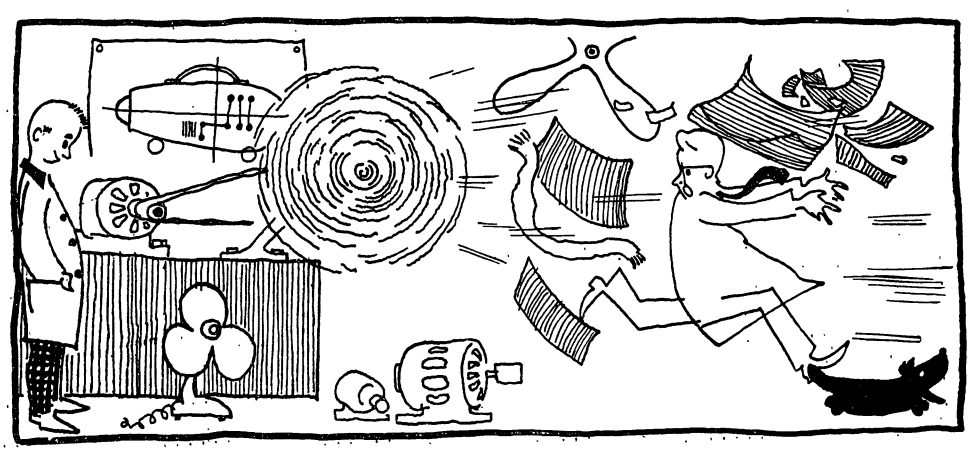
Возьмем, к примеру, какой-либо металлорежущий станок. Его станину надо сделать тяжелой и монолитной, чтобы станок был устойчивым и не вибрировал при работе. Ее изготовляют из чугуна. Но чугун—хрупкий металл и не выдерживает ударных нагрузок. Все движущиеся части (валы, шестерни, шпиндели, суппорт и т. д.) делают из стали. Для очень ответственных деталей, подвергающихся большим нагрузкам, в отдельных случаях используют специальные легированные стали высокой прочности и износоустойчивости.

Зато для насосов, предназначенных для перекачки каких-либо химических растворов или кислот, эти материалы непригодны: они подвержены коррозии. В этом случае надо использовать нержавеющую или кислотоупорную сталь, фарфор или пластические массы.

Вы конструируете электрическую машину, например трансформатор. Какие вам нужны материалы? А вот какие: для сердечника — трансформаторная сталь с особыми магнитными свойствами, а для электрических обмоток — медь, хорошо проводящая электрический ток.

Самолет должен быть по возможности легким, но в то же время и прочным. Если взять один из самых легких металлов — алюминий, будет выполнена только первая задача. Поэтому применяют алюминиевые или магниевые сплавы: их прочность в 8 раз выше, чем у чистого алюминия. А вот для обшивки космического корабля и эти материалы непригодны: они не выдерживают высоких температур. Здесь на помощь приходят титановые сплавы.

Глубоко под землей работает турбобур (см. статьи раздела «Как добывают полезные ископаемые»). Его долото, вращаясь, сокрушает породу. Но и само изнашивается. Чтобы сменить долото, приходится вынимать всю «цепочку» труб, длина которой достигает 3—5 *км*. Ясно, что быстро изнашивающееся долото здесь



Потом подобрали вентилятор...

не годится. Поэтому его изготовляют из сверхтвердых сплавов или алмазов.

Условия взаимной работы деталей тоже влияют на выбор материала. Нельзя сделать и вал, и вкладыши подшипника скольжения (см. ст. «Опоры») из стали. Такой подшипник не будет работать: сталь по стали «не скользит». Надо вал сделать из стали, а вкладыши подшипника — из бронзы или из специального сплава — баббита. А если для смазки вместо масла применяется вода, вкладыши подшипника надо сделать из пластических масс. Цилиндры автомобильного двигателя сделаны из стали, а поршневые кольца делают из мягкого чугуна, чтобы при работе не стирались стенки цилиндра.

Но машина должна быть еще и т е х н о л о г и ч н о й, т. е. удобной для изготовления (см. ст. «Что такое технология»). Это тоже связано с выбором материалов. Возьмем, например, корпус редуктора. Его можно сделать и из чугуна, и из стали. На чем же остановиться? Выбор делает технология — попробуйте выточить из целого куска стали деталь такой сложной конфигурации. Сколько потребуется труда, различных станков, сколько лишнего металла будет превращено в стружку! Такую деталь надо отливать из чугуна — просто, удобно и почти никаких отходов.

При выборе материала конструктор обязан постоянно думать о с т о и м о с т и машины. Прежде чем окончательно принять решение, он должен несколько раз проверить: а нет ли более дешевого материала с требуемыми свойствами.

Надо сказать, что сейчас у конструкторов почти неограниченный выбор материалов. Там, где не подходит металл, они обращаются к пластмассам. Это не случайно: сейчас созданы пластмассы, которые и прочнее, и легче, и дешевле стали. Мало того, они обладают такими качествами, которых нет у металлов, например прозрачностью, способностью пропускать невидимые лучи, устойчивостью против коррозии. А самое главное — пластмассы очень легко обрабатывать. Нагреванием и давлением из них можно получать детали любой формы, не требующие последующей обработки.

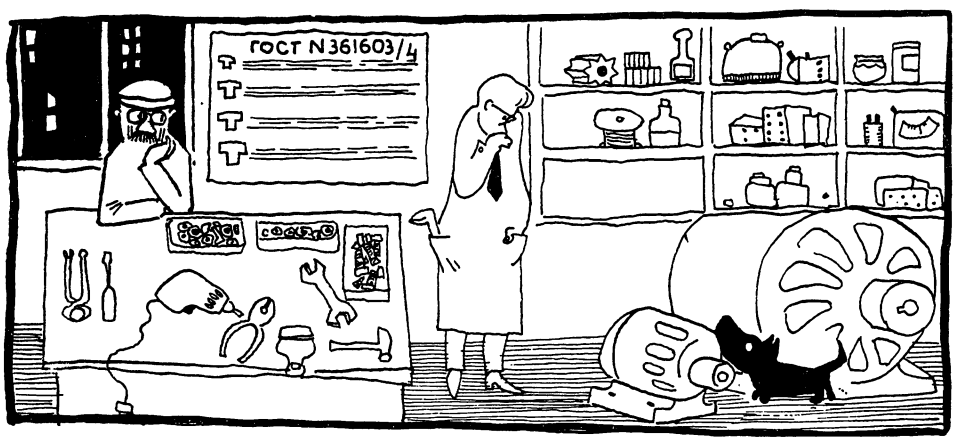
Пользуются конструкторы-машиностроители и железобетоном, который применялся раньше только в строительстве. А теперь из него делают станины для тяжелых станков.

Как видите, различные материалы начинают теснить металлы. Но металлурги не сдаются. Они создают все новые и новые способы изготовления деталей. Один из интереснейших — металлокерамический, т. е. прессование деталей из металлических порошков (см. ст. «Порошковая металлургия»). Этот способ позволил конструкторам проектировать детали сложнейшей конфигурации из различных металлов и сплавов.

При выборе материалов конструктор не должен забывать и о тех возможностях, которые дает ему применение тех или иных способов металлопокрытий и термической обработки (см. ст. «Защита металла»). Например, закалка концов вала повысит его прочность и износоустойчивость; хромирование, никелирование, кадмирование и другие покрытия позволят защитить деталь от коррозии, сделать ее красивой.

Надежность и долговечность

Конечно, хорошо, когда внешний вид машины радует глаз (см. ст. «Техника и эсте-



Подходящий двигатель для пылесоса тоже нашли среди готовых изделий...

тика»). Но надежность машины в работе — более важное качество.

Надежность машины складывается из двух основных моментов: прочности конструкции и четкости работы механизмов. Казалось бы, выбирая наиболее прочные материалы, увеличивая размеры и сечение деталей, конструктор может создать «сверхпрочную» машину, которая выдержит любую нагрузку. Но такое решение будет неверным. Оно приведет к излишней затрате материалов и труда на их обработку, к увеличению веса и размеров машины. Может случиться и так, что «сверхпрочная» машина окажется неуклюжей и непригодной к работе. Значит, к вопросу прочности надо подходить более разумно. Безусловно, все детали машины должны быть рассчитаны на ту нагрузку, которую им придется выдерживать при работе, но наиболее ответственные из них должны иметь определенный запас прочности. И величина этого запаса определяется прежде всего назначением детали и последствиями в случае ее поломки.

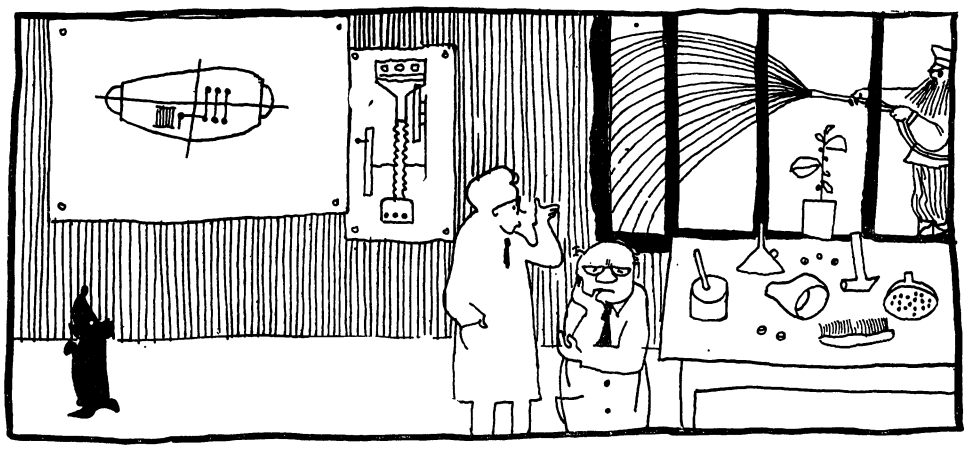
Возьмем для примера обыкновенный стальной трос. С его помощью раздвигают занавес перед экраном в кинотеатрах, поднимают грузы на подъемных кранах и людей в кабинах лифтов и т. д. Что произойдет, если оборвется трос занавеса? Ничего особенного — занавес раздвинут вручную. При обрыве троса подъемного крана упадет груз, и это может причинить серьезный ущерб. И уж совсем недопустимо, чтобы оборвался трос пассажирского лифта. Кроме того, в кабину лифта иногда заходит пассажиров больше, чем положено. Поэтому, конструируя пассажирский лифт, конструктор обязан применять тросы, способные выдержать нагрузку в пять раз больше расчетной. Иными словами, конструктор должен в данном случае предусмотреть пятикратный запас прочности.

Значительно труднее обеспечить четкость работы всех механизмов машины. И эта трудность тем больше, чем машина сложнее. Следовательно, конструктор должен стремиться к простоте кинематической и электрической схем машины. Чем меньше движущихся и трущихся деталей, чем меньше электрических контактов, тем легче обеспечить их четкую работу.

Подчас работа машины зависит от работы не очень важных на первый взгляд ее деталей. Если, скажем, засорится фильтр бензопровода в автомобиле, то двигатель заглохнет и машина постепенно остановится. А если прекратится подача топлива или смазка в двигателях большого скоростного самолета — это грозит катастрофой. Следовательно, конструктор должен оценить значение каждого узла и последствия его повреждения и, если надо, предусмотреть установку резервных устройств.

С другой стороны, многие мелкие неисправности, возникающие в машинах во время работы, не принесут вреда, если их вовремя заметить и устранить. Поэтому, создавая, например, гидравлическую или паровую турбину для электростанции, необходимо предусмотреть соответствующие контрольно-измерительные приборы и устройства, своевременно сигнализирующие о возникших ненормальностях в работе машины.

Если все эти условия выполнены, машину можно считать надежной. Но как долго она будет такой? Вечных машин, конечно, не бывает: даже самые прочные детали рано или поздно изнашиваются, даже самый крепкий металл устает и разрушается. Но разные детали работают в различных условиях. Станина станка,



Остается решить, какими будут насадки...

например, во время работы стоит неподвижно, а шпиндель непрерывно вращается. Разумеется, изнашиваться они будут неодинаково. В каждой машине есть группа деталей, которые изнашиваются значительно быстрее, чем другие. Следовательно, одним из способов продления срока службы машины и сохранения ее надежности является своевременная замена быстро изнашивающихся деталей и целых узлов.

Исходя из назначения машины и условий ее будущей работы, конструктор должен определить время надежной работы этих деталей, сроки замены, а также обеспечить возможность заменять их удобно и быстро. При этом в ряде случаев с целью повышения надежности машины такая замена производится задолго до износа механизма. Так, авиационные двигатели снимают с самолетов после определенного времени их работы, даже если они в хорошем состоянии. А на судах и наземных машинах они работают в несколько раз дольше.

Мы говорили о том, что конструктор должен в новой машине использовать возможно больше деталей и приборов, уже выпускаемых промышленностью. Но и к этому вопросу надо подходить очень внимательно.

Представьте себе, что конструкторское бюро разработало, а завод изготовил сложную электронно-счетную машину. Все в ней хорошо продумано, и завод сделал все возможное, чтобы машина была надежной. В этой машине завод применил электронные лампы, изготовленные на другом заводе. И завод электронных ламп в свою очередь сделал свои лампы тоже добротными и установил им большой срок службы, скажем тысячу часов. Но мы не учли одного обстоятельства. Дело в том, что в счетной машине пять тысяч ламп. Через некоторое время лампы начнут выходить из строя, и постепенно вероятность порчи ламп составит до 5 штук в час! Разве такую машину можно считать надежной? Поэтому создатели машин пошли по другому пути: они стали применять в электронно-счетных устройствах вместо ламп более надежные полупроводниковые приборы и тем самым повысили надежность работы всей машины в целом.

Конечно, нельзя всю ответственность за надежность и долговечность машины возлагать на конструкторское бюро. Не менее важную роль играет и завод-изготовитель. Высокое качество используемых материалов, правильность изготовления деталей, строгое соблюдение технологии их обработки, точность сборки и общая культура производства — обязательные условия высокого качества машины.

Разумеется, надежность работы машин во многом зависит и от обращения с ней в эксплуатации. Машина требует внимания и бережного отношения. У одного велосипед служит несколько лет, а у другого приходит в негодность за одно лето.

Нельзя забывать и о том, что повышение надежности и долговечности не дается даром — оно неизбежно ведет к увеличению стоимости машины. До каких же «пределов» следует увеличивать надежность, а следовательно, и стоимость машины? Ответ на этот вопрос должны дать экономические расчеты.

В одном случае, например, надо определить, что выгоднее: сделать дорогую машину, которая будет безотказно работать десять лет, или машину подешевле, которую через пять лет заменить другой, более совершенной? В другом — сравнить, что больше: затраты на изготовление дорогих, но надежных машин или

Чертежи сделаны, их можно передать в цех...

убытки от простоев из-за частых ремонтов более дешевых машин? В третьем — учесть значение этих машин в работе других машин, цеха или завода в целом. На основании этих расчетов определяется экономически целесообразная степень надежности и долговечности новых машин. Но в том случае, когда от надежности машины зависит здоровье и жизнь людей, вопросы ее стоимости отступают на второй план.

КБ сдает заказ

Таким образом, конструктивное решение любой детали определяет в конечном счете надежность всей машины. Ни высокое качество материала, ни отличная обработка не смогут впоследствии сделать деталь хорошей, если она плохо сконструирована.

Чтобы найти правильное конструктивное решение своего замысла, конструктор должен не только хорошо знать свое дело и иметь большой опыт, но и обладать очень важным для его профессии качеством — конструкторским воображением. Без него конструктор не творец, а ремесленник, только повторяющий то, что уже сделано другими. Он не сможет сделать ценный вклад в развитие техники.

Удачное и оригинальное конструктивное решение приходит не сразу. Потребуется много дней, а может быть, и ночей напряженного умственного труда; понадобятся консультации с другими конструкторами, учеными, производственниками; придется не раз съездить на предприятия, провести не один опыт, испортить десятки листов бумаги, прежде чем будет найдена интересная конструкция какого-либо узла. Но хороша ли она?

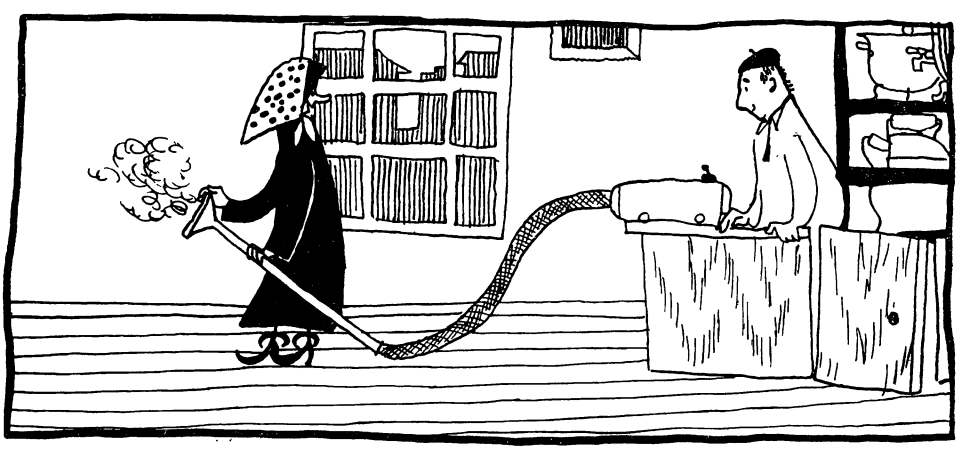
На помощь приходят экспериментальные цехи и лаборатории. Там по эскизам изготовляют макет узла или детали и тщательно проверяют правильность расчетов и решений конструктора.

Наконец все разработано. Эскизы превратились сначала в технический проект, а затем в подробные чертежи. По ним будет изготовлен один или несколько опытных образцов машины. При этом будущая машина продолжает совершенствоваться. По мере изготовления опытного образца всегда обнаруживаются недочеты в конструировании, ошибки в чертежах. Появляется желание что-нибудь изменить и улучшить. Ну что же, это еще можно сделать.

И вот опытный образец готов. Ему предстоит «тяжелая» жизнь. На нем будут проверять, соответствует ли машина техническому заданию, оправдает ли она надежды конструкторов и заказчиков. Если это станок, на нем будут обрабатывать всевозможные детали с различными и самыми тяжелыми режимами резания. Если это автомобиль, ему придется пройти не одну тысячу километров по бездорожью, преодолевая крутые подъемы и спуски. Если это самолет, то опытная рука летчика-испытателя заставит его делать в воздухе головокружительные фигуры, летать в дождь и туман, взлетать с различных аэродромов. При этом у испытателей, да и у самих конструкторов всегда найдутся новые замечания и претензии к машине или к ее отдельным узлам и деталям.

Наконец, все выявленные дефекты устранены. В чертежи внесены уточнения, их размножили и подготовили для передачи заводам, где будут изготавливать новые машины.

Большой и многодневный труд по проектированию новой машины завершен. Теперь



Вот машина и готова. Теперь уборка пойдет куда быстрее.

заводы-изготовители обязаны точно воспроизвести то, что разработали конструкторы.

Но инженеры и рабочие, которые будут изготовлять детали новых машин, находятся в разных цехах и даже на разных заводах. Поймут ли они замыслы конструкторов, сумеют ли сделать единое целое — машину? Конечно, поймут: ведь в общем деле их направляет и объединяет единый для всех язык техники — язык чертежей. Замысловатые линии, значки и цифры чертежей понятны инженерам и рабочим всего мира.

Чертеж — язык техники

Почему же инженерам и техникам понадобился специальный язык чертежей, почему они не смогли обойтись обычными рисунками?

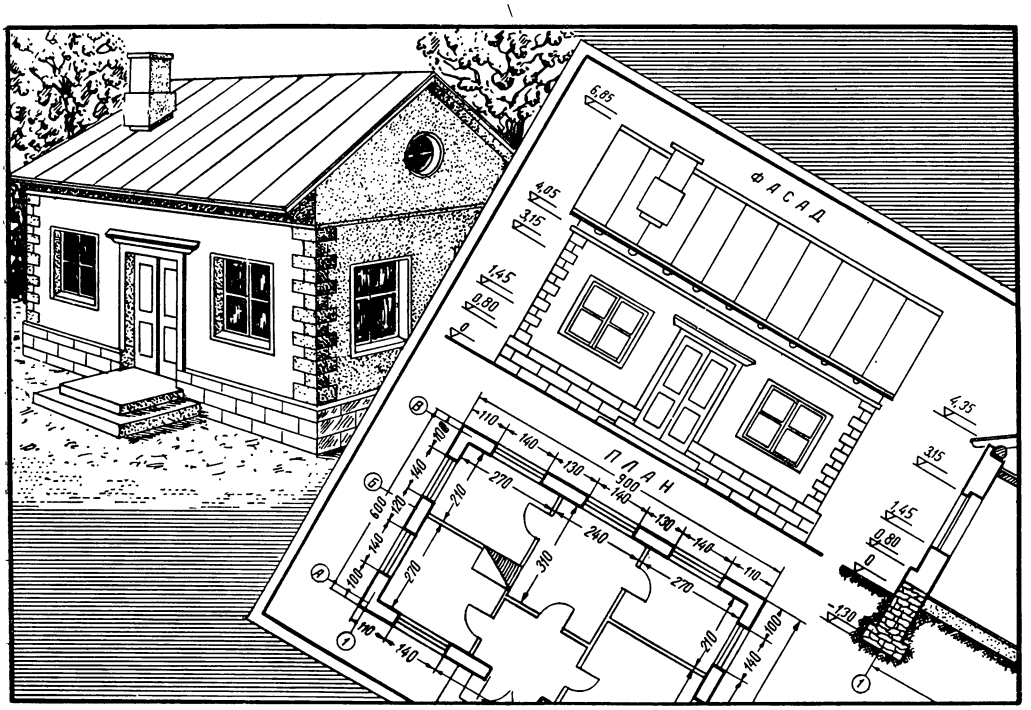
Вот на рисунке дом. Он изображен так, как его увидел художник. Всем ясно — это дом. Но точно построить его по такому рисунку трудно. Мы не знаем истинных размеров стен, окон и дверей здания. Измерить их на рисунке невозможно: линии стен, крыши потеряли на нем параллельность, а их размеры уменьшаются по мере удаления от наблюдателя.

Чтобы построить дом или изготовить машину, нужен другой рисунок, составленный с соблюдением определенных законов и правил. На нем должны быть видны действительные размеры деталей, их взаимное расположение; должно быть указано, из чего они сделаны и как обработаны. Вот такой рисунок и называется чертежом.

Для изображения какого-либо предмета на чертеже пользуются определенными приемами, называемыми проектированием предмета на плоскость. А полученное изображение называют проекцией предмета. Самый простой пример проекции — это тень предмета, получаемая при его освещении. Но надо помнить, что размеры и конфигурация тени будут соответствовать истинным размерам предмета только в том случае, если лучи света строго параллельны и падают на плоскость проекции точно под прямым углом. Такая проекция называется прямоугольной или ортогональной. Это основа для составления чертежей.

Чтобы инженеры всех стран мира делали чертежи одинаково, установлен единый способ проектирования предметов и определенное расположение проекций на чертежах.

Возьмите тетрадку, разверните ее так, чтобы получился прямой угол, и поставьте на чистый лист бумаги. У вас получился угол, образуемый тремя взаимно перпендикулярными плоскостя-



Чтобы построить дом, нужно сначала сделать его чертеж. Это тем более необходимо при создании крупных промышленных сооружений, машин, приборов, сложного технологического оборудования.

ми. Поместите в этот угол любой предмет, ну хотя бы пресс-папье, и изобразите его методом прямоугольной проекции на каждый из трех сторон угла. Теперь разверните тетрадь и положите ее на стол. Все три стороны угла оказались совмещенными в одной плоскости. Это и есть чертеж предмета в прямоугольных проекциях (см. стр. 66).

Но нас интересует не только внешний вид предмета, но и его внутреннее устройство. А чтобы изобразить на чертеже элементы внутреннего устройства предмета, нужно знать правила и законы начертательной геометрии.

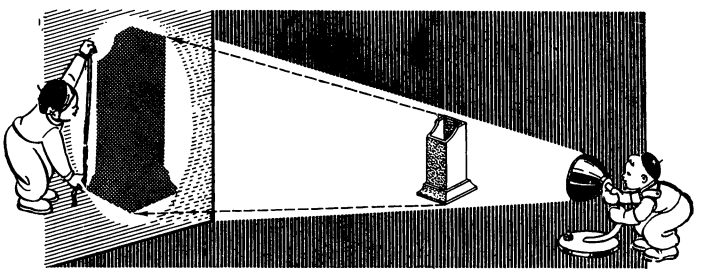
Мало того, многие предметы различной формы проектируются одинаково на одну, а иногда и на две плоскости проекции. Следовательно, нужно уметь правильно выбрать число проекций, чтобы легко отличить один предмет от другого. Для очень сложных предметов приходится чертить все шесть проекций. Но иногда и по шести проекциям трудно представить себе общий вид предмета. Тогда прибегают к условному объемному рисунку предмета — так называемой а к с о н о м е т р и ч е с к о й проекции.

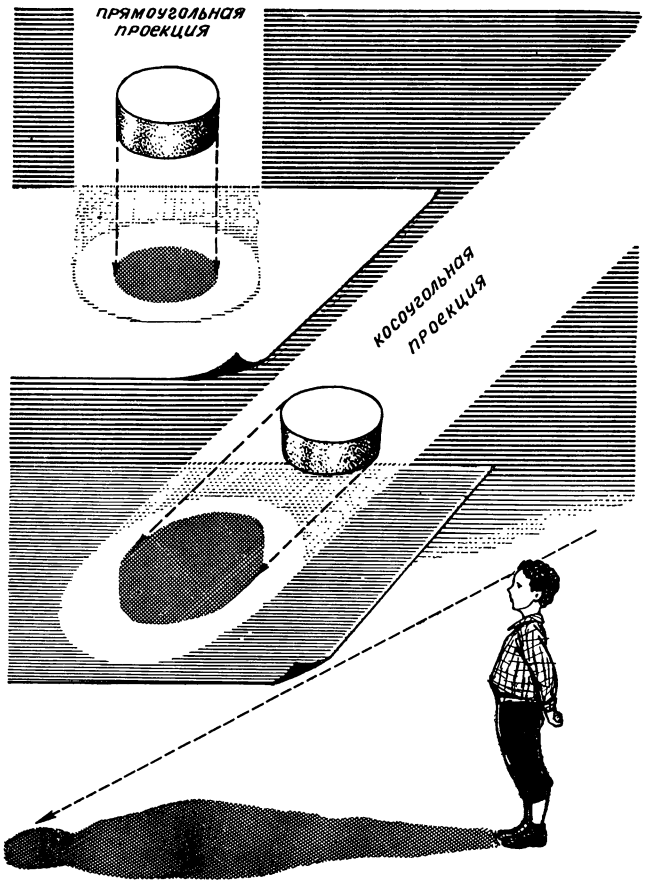
Очень большое значение имеют различные вспомогательные линии, которые в ряде случаев позволяют понять чертеж без дополнительных проекций. Например, на проекциях тел вращения (шар, цилиндр, конус и т. д.) и отверстий всегда наносят о с е в ы е линии. Не меньшую роль играют ш т р и х о в ы е линии, обозначающие на чертеже невидимые с данной стороны элементы детали (отверстия, выступы, фаски). Но иногда не помогают и осевые и штриховые линии. Тогда приходится делать р а з р е з ы, с е ч е н и я, в ы р ы в ы и о б р ы в ы, которые дают возможность более подробно и точно изобразить устройство детали, узла или целого механизма. Сечение и разрезы штрихуются тонкими косыми линиями.

Не всегда можно изобразить деталь в натуральную величину. Чаще приходится ее уменьшать или увеличивать, указав масштаб изображения на чертеже. Например, масштаб 1 : 1 означает, что деталь изображена в натуральную величину, 1 : 2 — уменьшена в 2 раза, а 5 : 1 — увеличена в пять раз.

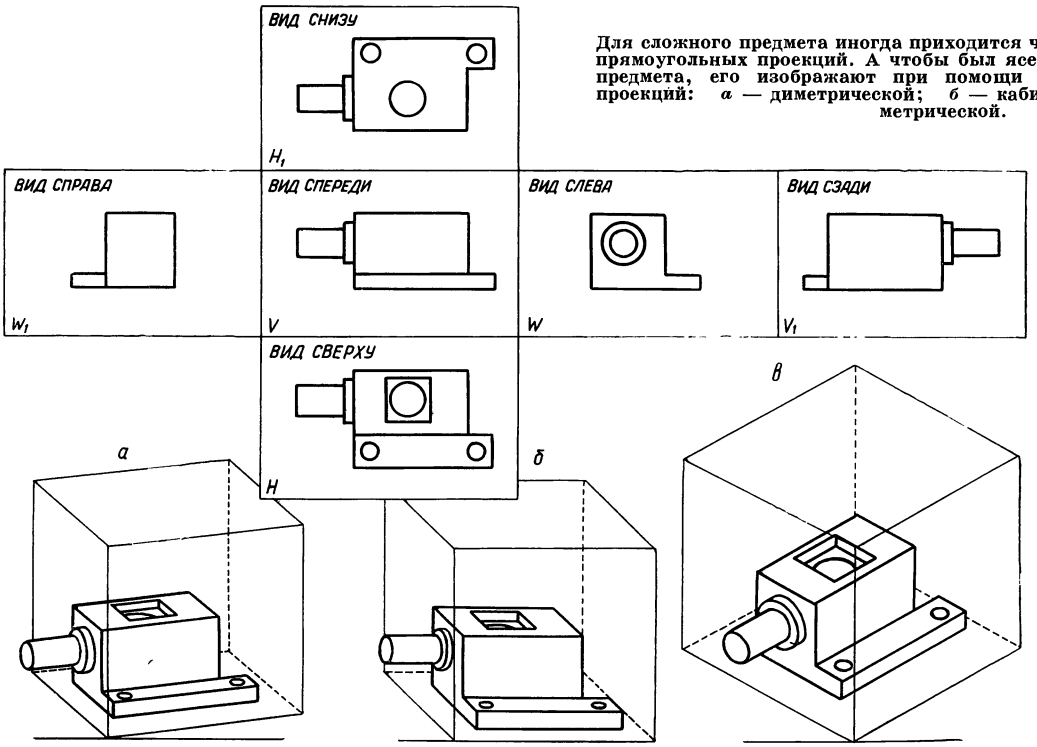
Чтобы не загромождать чертеж лишними линиями, в некоторых случаях прибегают к упрощенным изображениям. Надо, скажем, сделать чертеж болта или какой-либо детали, имеющей резьбу. Изобразить точно проекцию сложной винтовой линии резьбы очень трудно, да и не нужно. Ведь резьба нарезается при помощи специального инструмента, который сам придает ей необходимый профиль и размеры. Поэтому на чертеже только отмечают участок, на котором должна быть резьба, и ставят условный знак. Например, «М 8». Это означает, что на детали надо нарезать метрическую резьбу с наружным диаметром 8 *мм*. Таким же образом поступают с зубчатыми колесами.

Когда вычерчены все необходимые проекции детали, разрезы и сечения, надо проставить ее

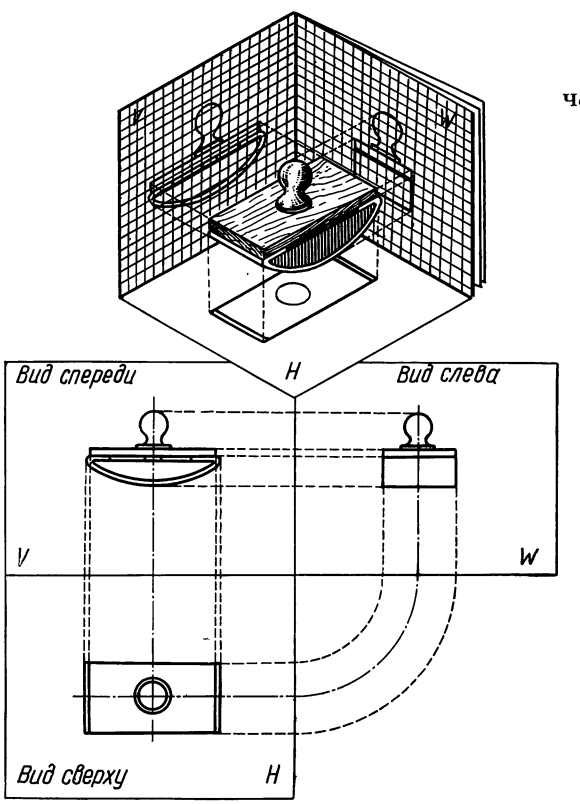




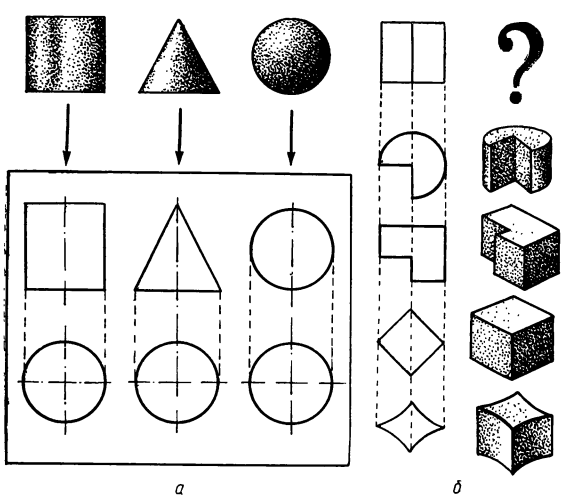
Только при прямоугольной проекции размеры и конфигурация тени будут соответствовать истинным показателям предмета.



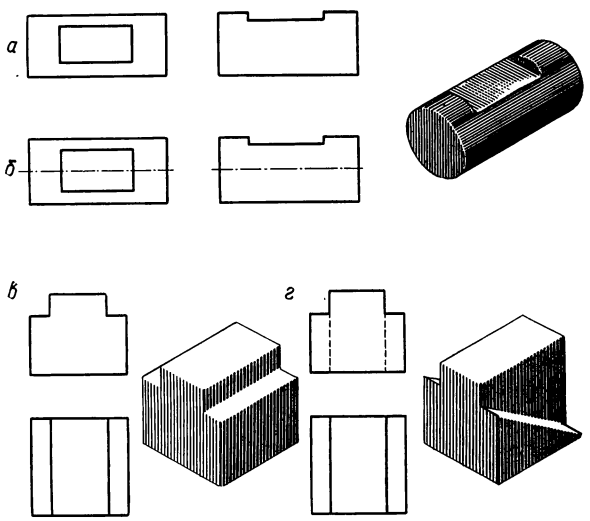
Для сложного предмета иногда приходится чертить пять-шесть прямоугольных проекций. А чтобы был ясен общий вид этого предмета, его изображают при помощи аксонометрических проекций: *а* — диметрической; *б* — кабинетной; *в* — изометрической.



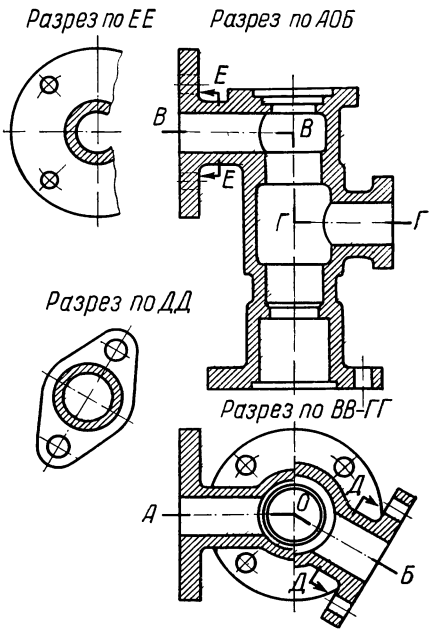
Чертеж в прямоугольной проекции.



Цилиндр, конус и шар проецируются на горизонтальную плоскость в виде окружности (*а*). Чтобы их различить, нужна вторая, вертикальная проекция. Другие предметы одинаково выглядят в вертикальных проекциях (*б*). Поэтому необходимо изображать еще их вид сверху.



Трудно представить себе форму предмета по проекциям *а*. Но осевые линии *б* подсказывают, что изображен цилиндр с выточкой. Чертеж *в* отличается от чертежа *г* только отсутствием двух тонких штриховых линий на вертикальной проекции. Но предметы, изображенные на этих чертежах, совсем разные.



Для более точного изображения сложных деталей приходится делать их разрезы.

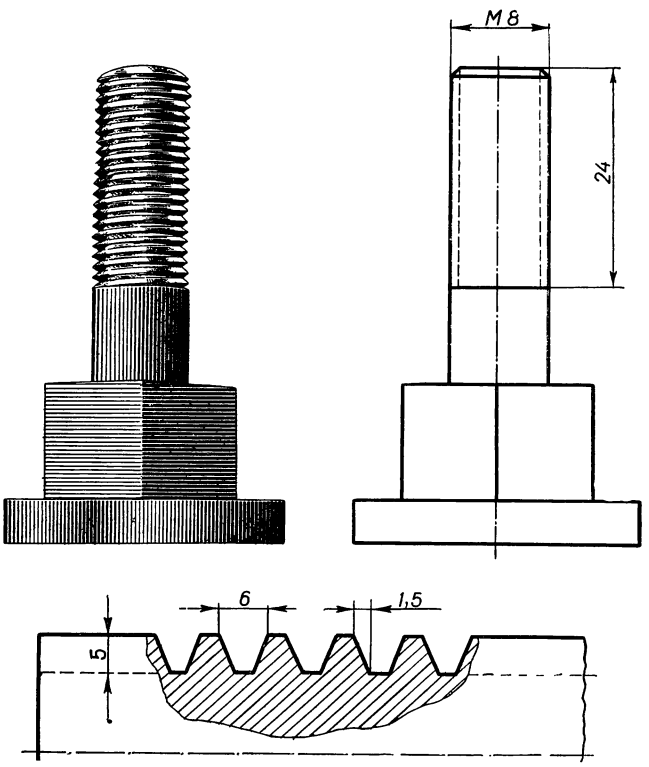
действительные размеры, но так, конечно, чтобы они не загораживали основных линий чертежа и чтобы их было легко читать. Справа от основного размера пишут допуски (см. ст. «Взаимозаменяемость и допуск»). Например, подпись «29 $\pm$ 0,5» означает, что при изготовлении детали этот размер должен быть не больше 29,5 *мм* и не меньше 28,5 *мм*.

В штампе чертежа специальными обозначениями указывают материал, из которого изготовляется деталь. Например, «Ст. 45». Это значит, что деталь надо изготовить из конструкционной стали, содержащей около 0,45% углерода.

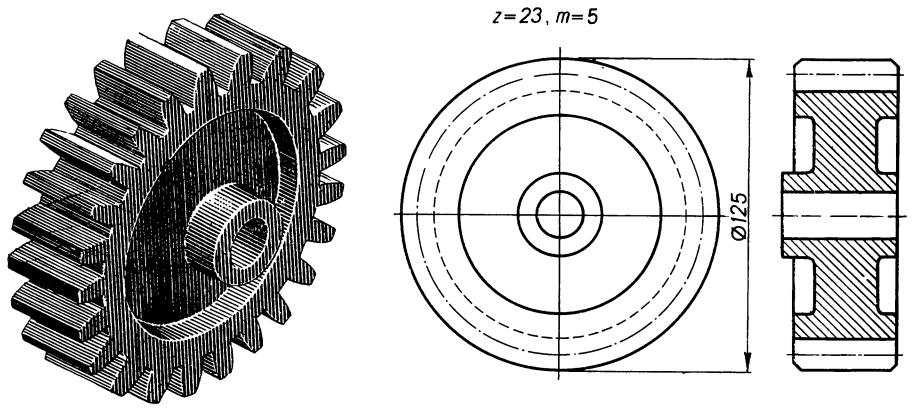
Обработать деталь можно по-разному. Можно проточить ее резцом, который оставит бороздки, легко ощутимые рукой. А можно отполировать так, что она будет блестеть как зеркало. Чистоту обработки поверхностей обозначают треугольником и цифрами. Например, надпись «▽6» означает поверхность 6-го класса чистоты по ГОСТу.

Но вот детали готовы. Теперь их надо собрать в узел механизма. А для этого нужен другой чертеж, на котором были бы указаны взаимное расположение деталей и условия сборки. Такой чертеж называется сборочным.

Детали можно собирать по-разному. Например, колесо, надетое на ось, может качаться, может вращаться свободно без качаний или туго поворачиваться на оси. А если надеть нагретое колесо, то, когда оно остынет, повернуть его на



Резьбу на чертежах не вычерчивают, а условно изображают штриховыми линиями и ставят ее обозначение. Только для обозначения специальной резьбы на проекции детали делают вырыв и дают точные размеры резьбы.



На чертежах зубчатых колес не надо чертить зубцы: достаточно указать наружный диаметр колеса, число зубцов и модуль зацепления.

оси станет очень трудно или просто невозможно. Все это тоже указывается на чертежах особыми обозначениями — посадками.

Для удобства пользования сборочными чертежами в его правом углу над штампом помещают спецификацию — перечень всех деталей, входящих в изображенный узел. Указывают также их количество и материал, для обозначения которого на чертеже применяют специальные условные изображения. В сборочных чертежах обязательно должен быть изображен еще и общий вид полностью собранной машины.

Над составлением чертежей работает много инженеров, техников и чертежников. И все они строго придерживаются Государственного общесоюзного стандарта (ГОСТ) на чертежи. В нем предусмотрено все: размер бумаги и штампа, толщина линий, шрифт, расположение проекций, правила выполнения разрезов и сечений, масштабы и т. д. И если чертежи составлены правильно, их поймут на всех заводах.

ЧТО ТАКОЕ ТЕХНОЛОГИЯ

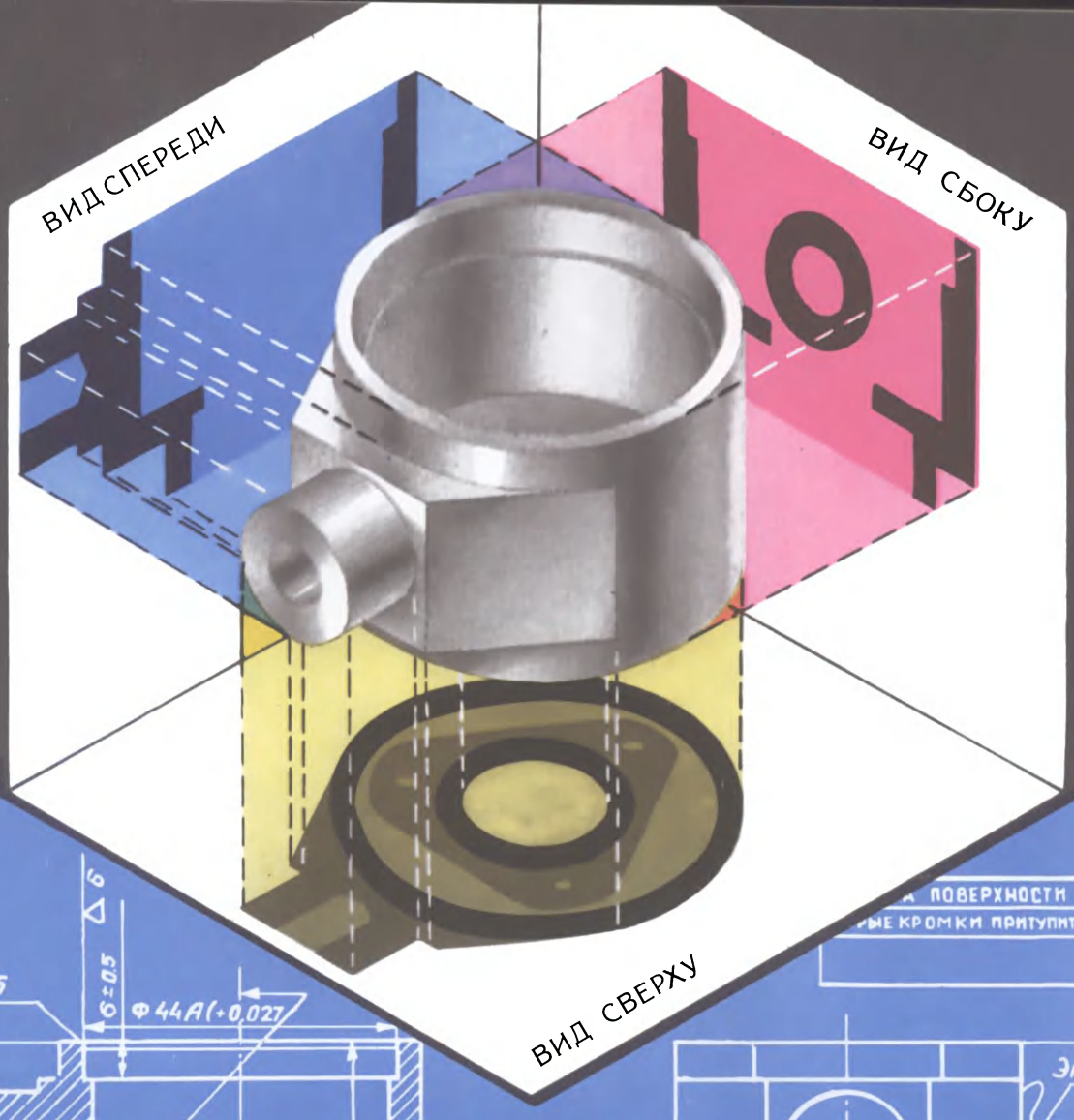
Технология машиностроения — наука о способах изготовления деталей машин, а также сборки их в узлы и готовые машины. Само слово «технология» происходит от двух греческих слов: «техне» — мастерство и «логос» — наука. Однако под словом «технология» понимают не только науку, но и практику, т. е. все те процессы в производстве, которые изменяют свойства, форму или внешний вид изделия. Эти процессы называют технологическими. Способы и последовательность их осуществления отражают в чертежах, записывают в инструкциях и т. д. Часто такие описания тоже называют технологией. Технологические процессы разрабатывают инженеры-технологи. Правильно разработанная технология позволяет с малыми затратами выпускать больше хороших изделий.

Различают технологию механическую и химическую. Механическая — изменяет преимущественно формы и частично физические свойства обрабатываемого предмета, а химическая ведет к изменению состава, строения и свойств вещества в результате химических реакций. К механической технологии относится, например, обработка резанием, к химической — получение пластических масс и т. д. Часто бывает трудно разграничить области механической и химической технологии, так как они либо совмещаются, либо сочетаются. В машиностроении преимущественно применяется механическая технология.

Современная техника дает технологам разнообразные способы для обработки одной и той же детали. Какой же из них выбрать? Конечно, самый быстрый, дешевый и такой, при котором качество деталей будет наилучшим.

Допустим, технологу надо решить, каким

Деталь и ее чертеж, выполненный в трех проекциях по правилам машиностроительного черчения.



...А ПОВЕРХНОСТИ	▽5 остальн.
...ЫЕ КРОМКИ ПРИТУПИТЬ	R = 0.5мм

0.5×45

Ф44А(+0.027)

16±0.5

0.03

29±0.5

Ф8

10

8

10

3 отв. М3×0.5 кл.3

Ф24А(+0.023)

обработать по детали II

Эмалировать

9±0.5

42

10±0.5

▽6

Ф18С4

Ф18

R20

Ф43

Ф50

ЛИТ.	КОЛ	№ ДОК.	ПОДПИСЬ	ДАТА
КОНСТРУК.		Петров		2.1.64
ВЕД. КОНСТ.		Иванов		2.1.64
ПРОВЕРИЛ		Осьмин		4.1.64
ТЕХНОЛОГ		Гаев		5.1.64
НОРМОКОН.		Кулев		6.1.64

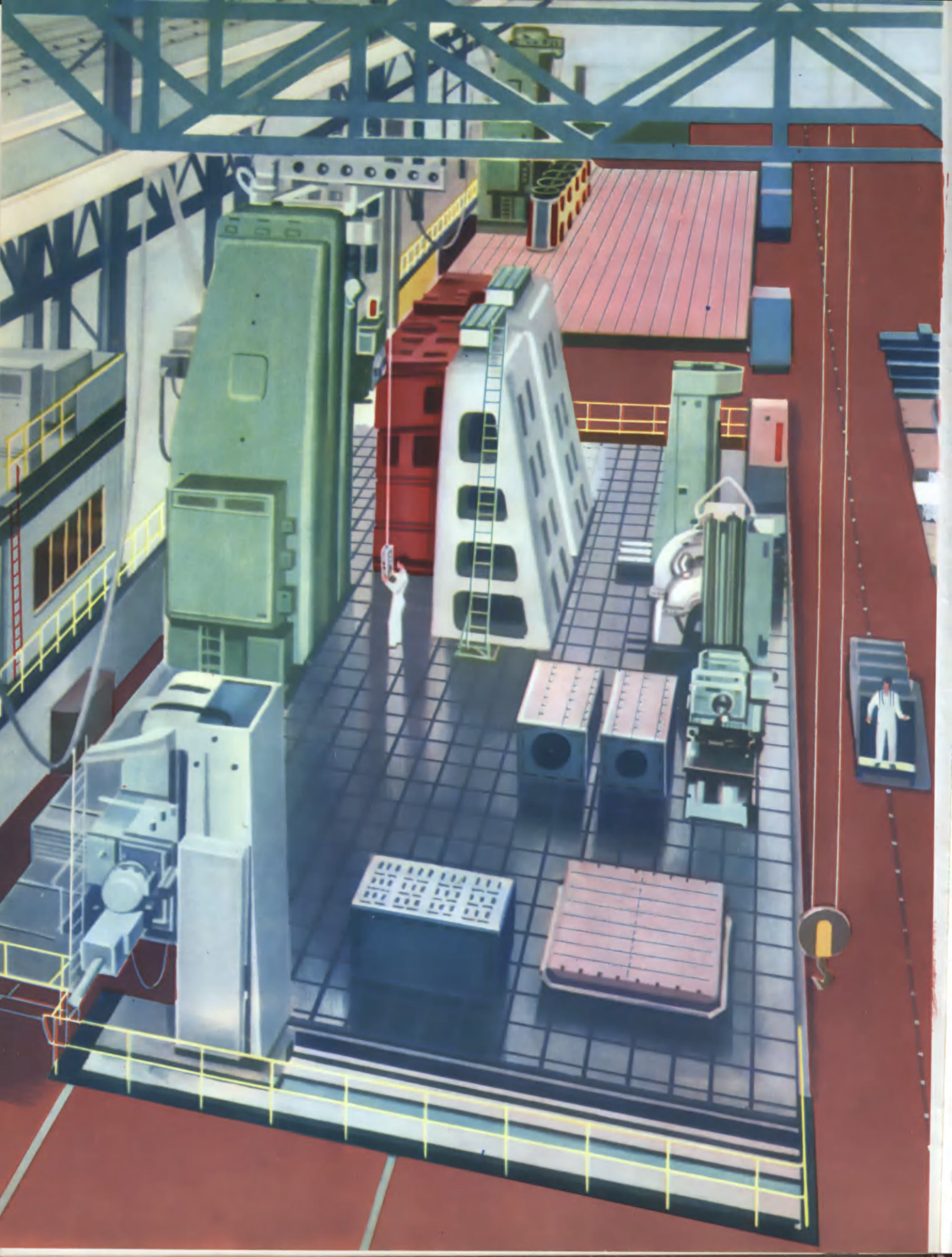
КОРПУС

Дуралюминий Д16Т ГОСТ 4784-49

ЛИТЕРА	ВЕС	МАСШТ.
		1:1
ЛИСТ 1	ВСЕГО ЛИСТ 1	

I

МКБ

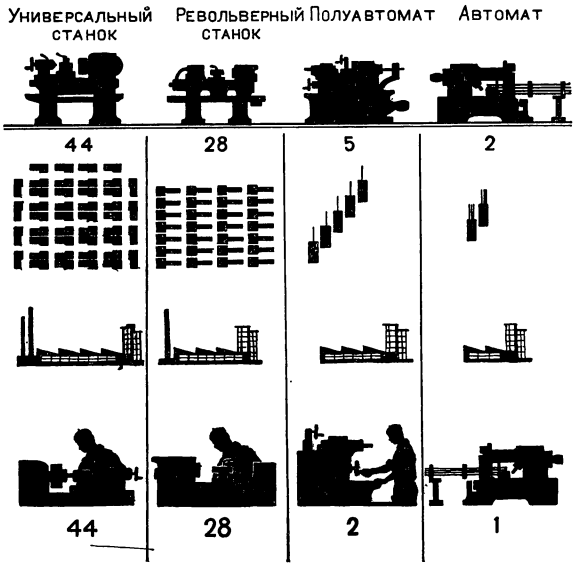


способом обработать кольцо шарикоподшипника. В этом случае очень важна высокая производительность: подшипники необходимы в автомобилях, тракторах, комбайнах, самолетах, тепловозах, велосипедах, станках, прокатных станах, двигателях. И технолог начинает рассуждать... Можно взять металлический пруток определенного диаметра, отрезать от него кусок нужной длины, установить на токарный станок, обработать поверху и вырезать сердцевину — получится кольцо. Токарную обработку можно выполнить также на револьверном и на прутковом автоматах. А автоматы для этого существуют различные — одношпиндельные и многошпиндельные. Все перечисленные станки отличаются друг от друга производительностью. На токарном станке выточка кольца из прутка займет 11,66 минуты, на револьверном — 7,46 минуты, на одношпиндельном полуавтомате — 1,43 минуты, на четырехшпиндельном автомате — 0,53 минуты (см. ст. «Обработка металлов резанием»).

Разумеется, надо выбрать четырехшпиндельный автомат. Тогда на изготовление той же партии деталей потребуется меньше станков, меньше станочников, а значит, и меньше заводских площадей. Обработка будет дешевле. Но нельзя ли ее еще удешевить? Трижды подумает об этом технолог. Почему, в самом деле, для изготовления кольца взят пруток? Ведь из него приходится вырезать сердцевину. На это тратится время, расходуется мощность станка, инструмент, переводится в стружку много металла. И технолог откажется от прутка, он выберет трубу.

Но не всегда технолог выбирает самые производительные машины. Ведь они, как правило, и самые дорогие. Если план выпуска деталей большой, то расходы на приобретение такого оборудования оправданы. А если приходится обрабатывать небольшую партию, то технолог откажется от автомата. Он выберет токарный станок. Причем технологи подсчитали, что, если изготовить меньше 300 подшипников, выгоден однорезцовый токарный станок, а если больше 300 — многорезцовый.

Возьмем другой пример — обработку болтов. Их выпускают в огромном количестве — миллионы штук в год только на одном заводе. На токарном станке 1 штуку можно сделать в 4 минуты, а на многошпиндельном автомате — 18 штук в 1 минуту, т. е. в 72 раза больше. И все



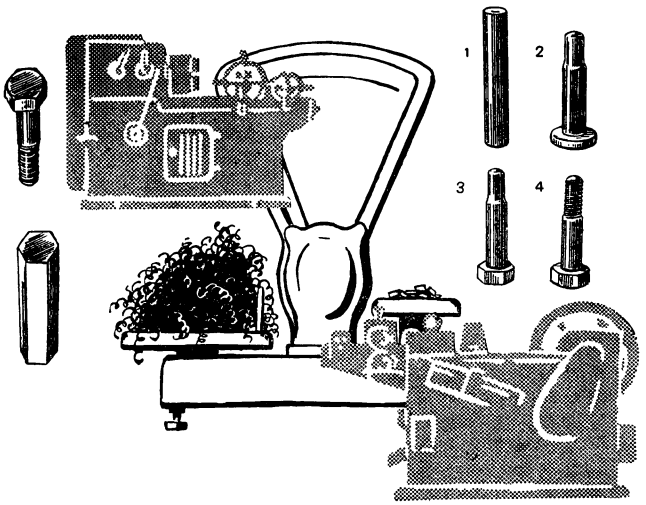
Чем производительнее станки, тем меньше их потребуется для изготовления заданного количества деталей, а следовательно, меньше рабочих и заводских площадей. *Вверху* цифрами показано необходимое количество станков, *внизу* — количество рабочих. *В середине* — диаграмма показывает, как уменьшается размер необходимых площадей при внедрении новой техники.

же технолог не возьмет многошпиндельный автомат: оказывается, обработка резанием тут вообще не годится.

Отвлечемся несколько от обработки наших болтов. Дело в том, что с быстрым развитием обработки металлов резанием все больше дает о себе знать ее главный недостаток — значительные отходы металла в виде стружки. Это приводит к тому, что технологи стремятся вообще заменять обработку резанием другими процессами, и прежде всего точным литьем (см. ст. «Металл и форма»). Но у отливок есть один весьма серьезный недостаток: сравнительно низкая прочность. Поэтому технолог пока избегает применять литье для деталей, требующих большой прочности. Например, не делают литым шатун автомобильного двигателя, который передает усилия от взрыва газов в цилиндре на коленчатый вал. Существует другой способ изготовления деталей машин, который обладает преимуществом литья, но не имеет его недостатков. Это штамповка. Она также дает по сравнению с резанием небольшие отходы. А прочность штампованных деталей достаточно высока.

Теперь вернемся к нашим болтам. Если их делать на токарных станках, то с каждого болта в стружку отойдет 340 *г*. Допустим, завод выпускает в год 100 тыс. машин. Допустим, что в машине тысяча деталей и с каждой из них отходит

Общий вид цеха, оформленного согласно законам технической эстетики.



Слева показано, сколько получается отходов металла, если обрабатывать болты на металлорежущих станках, а *справа* — на кузнечно-штамповочном оборудовании. Номерами *1—4* показана последовательность операций при этом прогрессивном способе обработки.

в стружку 340 *г* металла. В год отходы составят 340 × 1000 × 100 000 = 34 тыс. *т*! Автомобиль «Москвич» весит около тонны. Значит, только из этих отходов можно было бы изготовить 34 тыс. автомобилей! Как же согласиться на обработку болтов резанием, даже если она выполняется на самых высокопроизводительных автоматах! Поэтому технолог для изготовления болтов выберет кузнечно-штамповочное оборудование, причем возьмет высокопроизводительный автомат, который будет давать 400 штук в минуту, а отходы с одного болта составят всего 14 *г*. Потери же при изготовлении резьбы в обоих случаях примерно одинаковы.

Но иногда ни резание, ни литье, ни штамповка не позволяют технологу осуществить необходимую обработку. Например, нужно получить отверстие очень малого диаметра (1—2 *мм*). Пытались такие отверстия сверлить. Неприятностей это причинило множество: при наличии малейшего дефекта в металле сверла ломались. А из такого отверстия обломок сверла не вытащишь. В твердых же материалах отверстия таких диаметров совсем нельзя просверлить.

Значит ли это, что подобные отверстия вообще получать невозможно? Конечно, нет. Несколько лет назад в нашей стране, а затем и в других странах был разработан совершенно новый способ обработки металлов — электроэрозионный.

Передовой технолог — это специалист, который всегда недоволен существующей технологией. Он убежден, что всегда можно найти более совершенные способы обработки. И он ищет новое. Но технолог не отказывается и от старых технологических процессов, а всегда старается найти в них новые возможности.

Вот, например, пайка. Это один из старейших технологических процессов, известный еще в древнем мире. Пайка всегда считалась кустарным процессом, пригодным лишь для мастерской по ремонту предметов домашнего обихода. Казалось бы, к чему она на современном заводе, выпускающем большое количество машин? Но технологи сумели автоматизировать пайку, построили для нее высокопроизводительные конвейерные печи. В результате один рабочий может за смену спаять много тысяч деталей. Так на автомобильных заводах паяют трубки радиаторов: за одно погружение в печь, за 1—2 минуты, сразу скрепляют между собой несколько сотен трубок.

КАК УДАЛИТЬ РЖАВЧИНУ

Ржавую деталь можно опустить в соляную или серную кислоту, где ржавчина, конечно, растворится. Однако вместе с ней будет растворяться и сам металл. Чем же защитить поверхность металла от растворения? Для этого имеются особые вещества — ингибиторы, добавление которых в кислоту предохраняет металл от растворения, но не лишает кислоту способности растворять ржавчину. Один из таких ингибиторов — уротропин, который можно купить в любой аптеке. Одной таблетки уротропина (0,5 *г*) достаточно на литр раствора.

Можно в качестве ингибитора использовать картофельную ботву. В стеклянный или фарфоровый сосуд положите листья картофельной ботвы (свежие или засохшие). Затем залейте листья вровень 5—7-процентным раствором серной или соляной кислоты и перемешайте. Через 15—20 минут можно положить в раствор стальную деталь, имеющую ржавчину.

Свести ржавчину с различных железных изделий можно при помощи специального состава, состоящего из парафина и керосина. Приготовляется состав следующим образом: мелко наструганный парафин насыпается в бутылку (приблизительно до ее половины), после чего в нее доверху наливается керосин. Бутылка должна стоять в теплом месте, пока парафин растворится. Затем полученным составом покрывают ржавые места на изделии и через сутки вытирают жесткой тряпкой или бумагой.

Этот же состав хорошо предохраняет от ржавления. Насухо вытертые и покрытые им железные вещи могут лежать, не ржавея, многие месяцы.

Технология развивается быстро, вместе с техникой. Вот, к примеру, в 20-х годах, чтобы обработать за час 108 деталей автомобильного двигателя, требовалось 162 станка. Теперь один станок обрабатывает в час 137 таких деталей. Новые машины — новая технология!

При разработке технологического процесса технологи исходят из требований конструкции (получение изделий нужного качества), программы завода (получение необходимого количества изделий) и требований экономики (минимальная стоимость изделия). Но технология при этом тоже предъявляет свои требования: конструкция должна быть такой, чтобы при изготовлении изделия можно было применить экономичные технологические процессы, механизировать и автоматизировать все производственные операции.

Так технологи в содружестве с конструкторами и учеными развивают и совершенствуют технику. Так разрабатывается новая технология, девиз которой — больше, дешевле, лучше!

■

СКОЛЬКО СТОИТ МАШИНА

На велосипедах ездят сотни миллионов людей. Часто можно видеть, как рабочий едет на велосипеде на завод, домашняя хозяйка — за покупками, колхозник — в поле. Современный велосипед для всех — привычная вещь. А вот другой велосипед. Он хранится в одном из ленинградских музеев. У него тяжелая кованая рама, а колеса — как у телеги: с толстыми спицами и грубыми стальными ободьями. Педали сидят прямо на оси переднего колеса, как у детского трехколесного велосипеда. Музейный велосипед весит вдвое больше нынешнего, а ездить на нем очень тяжело и неудобно. На неровной дороге эту машину так трясет, что в свое время она получила нелестное прозвище «костотряс». Но даже и такой он был очень дорогим, и на нем изволил кататься наследник престола Российской империи, будущий царь Александр III. Велосипед был выписан из-за границы специально для него.

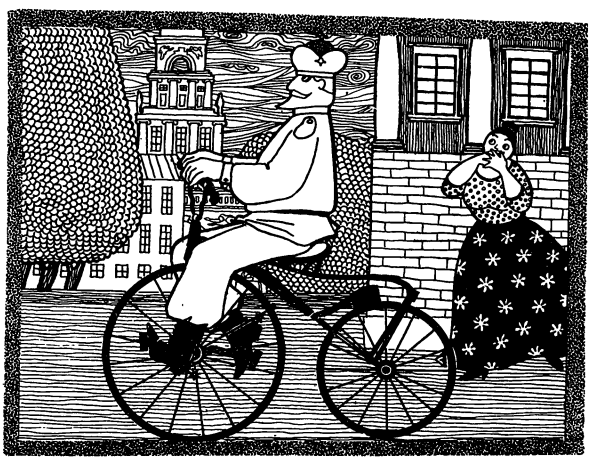
Дорогой велосипед был царской забавой. Дешевый, он стал доступен всем. Совершенно ясно, что цена его для нас не безразлична. А цена других машин? Их на свете великое множество, но только очень немногие из них мы с вами покупаем для себя. Так не все ли нам равно, сколько стоят эти машины, которых мы никогда не купим?

Нет, не все равно! Оказывается, что цена каждой машины имеет значение и для нас. Мы не покупаем машин, которые работают на заводах. Но мы покупаем, например, гвозди. И стоят эти гвозди очень дешево. За гривенник продавец отвешивает целую горсть. А ведь еще сто пятьдесят лет назад за горсть гвоздей можно было получить барана.

Почему гвозди были такими дорогими? И почему они стали такими дешевыми?

Дорогими они были потому, что их делали вручную. Мастер-гвоздарь накалял на горне железо, рубил его на кусочки и из каждого кусочка выковывал гвоздь. Это была очень тяжелая и кропотливая работа. А дешевыми гвозди стали, когда для их изготовления придумали специальную машину. Она разматывает моток толстой стальной проволоки, отрубает кусок, делает на одном конце шляпку, на другом — острие. Готово! Гвоздь летит в ящик, за ним — второй, третий, десятый, сотый — глазом не уследишь! И чем дешевле машины на гвоздильных заводах, тем дешевле обходятся гвозди.

Дешевые машины — это дешевое мыло и спички, ткани и обувь, мебель и посуда, книги,



Дорогой велосипед был царской забавой.

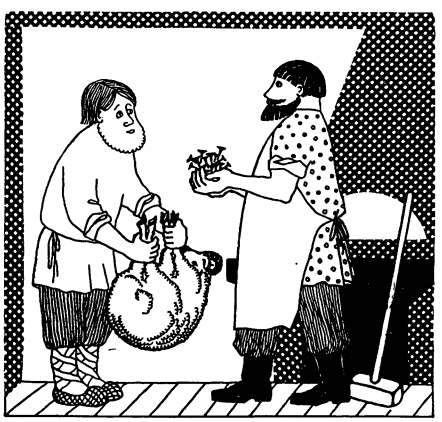
коньки, радиоприемники и все другие вещи, которые делают на заводах и фабриках. Нужно, чтобы и в сельском хозяйстве тоже работало как можно больше машин и чтобы они были дешевыми. Дешевые сельскохозяйственные машины — это дешевый хлеб, дешевые овощи, картофель, хлопок, сахарная свекла.

До сих пор мы все время говорили: чем дешевле машина, тем дешевле обходится то, что она делает. Но действительно ли это так и почему именно? Чтобы ответить на эти вопросы, вернемся к нашему примеру — к изготовлению гвоздей. Сколько они должны стоить заводу? Плановый отдел завода составляет расчет стоимости тонны гвоздей. Выглядит этот расчет примерно так:

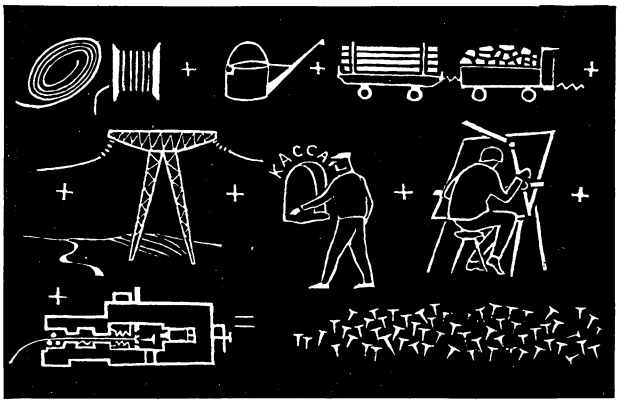
1. Сырье — стальная проволока	14	руб.
2. Смазка для машин и другие материалы	1	«
3. Топливо	2	«
4. Электроэнергия	5	«
5. Заработная плата рабочих и служащих	12	«
6. Амортизационные начисления	16	«
Итого за тонну	50	руб.

Все ли вам понятно в этом расчете? Вот, например, сырье. Ясно, что раз проволока израсходована на изготовление гвоздей, то в стоимость гвоздей должна войти и стоимость проволоки. То же самое со смазкой, топливом, электроэнергией. Рабочим и служащим, конечно, тоже надо платить. Ведь это их труд превратил проволоку в гвозди. Но вот что такое амортизационные начисления? Что это за 16 руб., откуда они берутся?

Оказывается, именно в них «сидит» цена машины. За счет амортизационных начислений погашают износ машин. Ведь машина,



Сто пятьдесят лет назад за горсть гвоздей можно было получить целого барана!



Чтобы сделать одну тонну гвоздей, нужны стальная проволока и смазка для машин, топливо и электроэнергия, нужен труд рабочих и служащих. Износ машин тоже надо учитывать. Все это входит в стоимость гвоздей.

которая делает гвозди, постепенно изнашивается. Допустим для примера, что за свою жизнь она может сделать тысячу тонн гвоздей. А стоит машина 2 тыс. руб. Значит, каждая тонна гвоздей уносит с собой частицу жизни сделавшей ее машины, и стоит эта частица 2 руб.

Есть на заводе и другие машины (в первую очередь энергетические и подъемно-транспортные), и их стоимость таким же образом постепенно переходит в стоимость гвоздей. В амортизационные начисления входит погашение стоимости здания завода и проведенных к нему водопроводных труб, электрических кабелей, телефонных проводов и подъездных дорог, погашение стоимости ограды, подсобных строений и всякого другого заводского имущества.

Итак, чем машина дешевле, тем дешевле обходится сделанная ею вещь. А от чего зависит стоимость самих машин? Ответить на этот важный вопрос будет теперь не очень сложно. Расчет стоимости машины выглядит примерно так же, как уже знакомый нам расчет стоимости тонны гвоздей. Только цифры здесь будут крупнее: ведь машина обходится дороже, чем гвозди. Вот, например, расчет стоимости трактора:

1. Сырье, полуфабрикаты, готовые детали	650	руб.
2. Смазка для станков и другие материалы	2	«
3. Топливо	5	«
4. Электроэнергия	25	«
5. Заработная плата рабочих и служащих	450	«
6. Расходы на администрацию и управление	25	«
7. Амортизационные начисления	843	«
Итого за один трактор	2000	руб.

Мы хотим, чтобы трактор был дешевле. Посмотрим же, на чем здесь можно сэкономить.

Пункт первый — сырье, полуфабрикаты, готовые детали. Сталь и чугун, алюминий и медь, свинец и пластмассы, подшипники, фары, свечи, провода, пружины для сиденья и многое другое — все это нужно расходовать на каждый трактор как можно экономнее. Кроме того, большое значение имеет цена материалов: чем дешевле чугун и алюминий, тем дешевле трактор.

То же самое можно сказать о второй, третьей и четвертой статьях расчета. Дешевая нефть, из которой делаются смазочные масла, дешевые уголь и электроэнергия — все это снизит цену на трактор и в конце концов на нужные нам продукты.

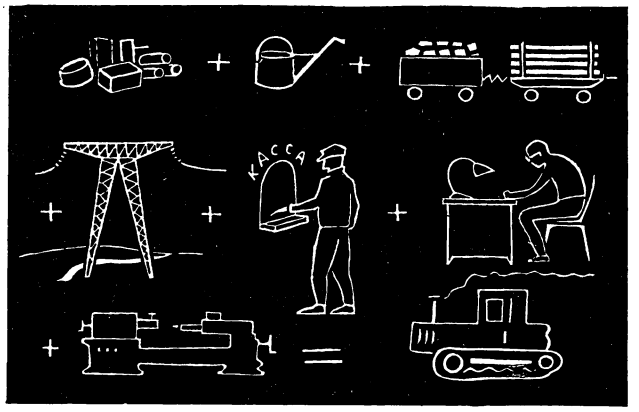
Такой же результат дает и экономия расходования смазки, топлива, электроэнергии.

Пункт пятый — заработная плата рабочих и служащих. Денег уходит немало. Но как их сэкономить? Может быть, снизить зарплату: платить рабочему не 100 руб. в месяц, а 50? Капиталист обязательно постарался бы сделать именно так. Для нас этот способ, конечно, никак не годится. Ведь главная цель нашей экономики — наиболее полно удовлетворять растущие материальные и культурные потребности трудящихся, в том числе тех рабочих, которые делают тракторы.

Но есть другой путь экономии. Зарплата может оставаться прежней, зато завод увеличит выпуск тракторов. Скажем, раньше он выпускал в месяц 10 тыс. этих машин, а станет выпускать 15 тыс. Тогда та же самая зарплата того же числа рабочих разложится на большее количество тракторов. Каждый рабочий и служащий получит столько же, сколько и раньше, но на каждый трактор придется не 450 руб. зарплаты, а только 300 руб. Вот этот путь нам подходит. Но только каким образом увеличить выпуск тракторов?

Наше производство растет и совершенствуется на основе новейшей техники. Мы заменяем устаревшие машины новыми, более производительными. Вместо десяти станков, на которых работали десять рабочих, мы ставим одну автоматическую станочную линию, обслуживаемую одним рабочим. Деталей делается больше, а зарплаты расходуется меньше. Освободившиеся же рабочие руки будут использованы в других местах.

Каждое новое приспособление, придуманное инженерами или самими рабочими, должно снижать расход заработной платы на один трактор. Но — не удивляйтесь! — не всякое усовершенствование может оказаться выгодным для производства, рентабельным. А то можно, например, придумать быстродействующую автоматическую машину, которая делала бы трубы для океанских судов. Каждые пять минут — готовая труба! Хорошо? Да нет, не очень. Ведь океанских судов различных типов строят не так уж много. Скажем, одно судно в неделю, а то и в две. Вот и получится, что машина будет включаться только на пять минут в неделю. А стоит такая машина очень дорого. И раз труб выпускается мало, придется в стоимость каждой трубы включать большую сумму амортизационных начислений, чтобы погасить стоимость дорогой машины.



Стоимость сырья и деталей, смазки, топлива и электроэнергии плюс заработная плата, плюс расходы на администрацию, плюс определенная часть стоимости постепенно изнашивающихся машин — все это равняется стоимости одного трактора.

Статья шестая — расходы на администрацию и управление. В расчете стоимости гвоздей мы этой статьи не выделяли, она была «спрятана» в заработной плате. В действительности же эта статья особая, и на ней тоже можно кое-что сэкономить. Можно сократить штаты заводоуправления. Можно и здесь механизировать некоторые виды труда. Вот хотя бы расчеты. Десятки бухгалтеров считают целыми днями, чтобы определить, сколько заработал каждый рабочий. А электронно-счетная машина сделает это за несколько часов, причем машиной управляет один специалист.

Но, конечно, такую машину можно внедрять тоже только там, где для нее много работы. Иначе деньги, затраченные на ее покупку и установку, не окупятся. Есть еще одна возможность экономии по этой статье. Если даже сумма расходов на администрацию и управление останется прежней, но выпуск тракторов увеличится, то и в этом случае на каждый трактор расходов придется меньше.

НЕСКОЛЬКО СОВЕТОВ ТЕМ, КТО СОБИРАЕТСЯ ОКРАШИВАТЬ ДЕТАЛЬ

При окрашивании кожи или сгибающихся деталей нитрокрасками нужно на каждые 100 *см*³ краски добавить 1—2 капли касторового масла. Это придает покрытию эластичность.

***

Для получения матовой пленки при нитропокрытиях растворяют четверть чайной ложки крахмала на 100 *см*³ готовой нитрокраски.

***

Иногда хорошо сохранить естественный цвет деталей из латуни, меди и бронзы. В этом случае после шлифовки шкуркой и полировки пастами деталь покрывают тонким слоем жидкого цапон-лака. Если нет полировочной пасты, то можно воспользоваться для этой цели зубным порошком, разведенным на слабом растворе нашатырного спирта.

***

При окраске пульверизатором часть поверхности, которую не нужно красить, заклеивают бумагой или, если это неудобно, смазывают вазелином. После окраски вазелин стирается тряпкой.

***

Для удаления старого слоя масляной краски нужно 300 *г* негашеной извести смешать со 100 *г* поташа, а затем замесить смесь водой до густоты краски. Этой смесью покрывают слой старой краски и оставляют на 12 часов. После этого старая краска легко сойдет.

Можно слой старой краски снять и другим способом. Смочите краску 10—15-процентным раствором каустической соды. Через несколько часов краска легко счистится.

А с малярных кистей засохшую краску лучше всего смывать амилацетатом.

***

Для того чтобы удалить смолу с дерева, его поверхность смачивают ацетоном или горячей водой с содой и поташом (на 1 *л* воды 60 *г* соды и 50 *г* поташа). Через некоторое время состав, который растворил смолу, смывают водой.

***

Чтобы получить алюминиевую или бронзовую краску, надо соответствующую металлическую пудру всыпать в бесцветный нитролак и тщательно растереть. Затем, добавляя растворитель, довести смесь до пригодной для окраски густоты. При окраске пузырек с составом нужно часто взбалтывать, так как порошки быстро оседают на дно.

Теперь, наконец, мы с вами добрались до седьмой статьи — амортизационных начислений. Что это такое — мы уже знаем. Амортизационные начисления — это возмещение стоимости износившихся зданий и сооружений, износившихся машин. Каких машин? Тех, которые делают тракторы. Это станки и прессы, конвейеры и станочные линии, электропечи и подъемные краны. Чем эти машины будут дешевле, чем они будут производительнее, тем дешевле обойдется изготовление трактора. Значит. чтобы получить дешевые машины, нужно иметь дешевые машины. Это звучит странно, но это так. И для этого нам нужно в первую очередь развивать машиностроение. Чем больше у нас будет машин, которые делают машины, чем они будут производительнее и дешевле, тем больше продукции выпустит наша промышленность и тем лучше и дешевле будет эта продукция. ■

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

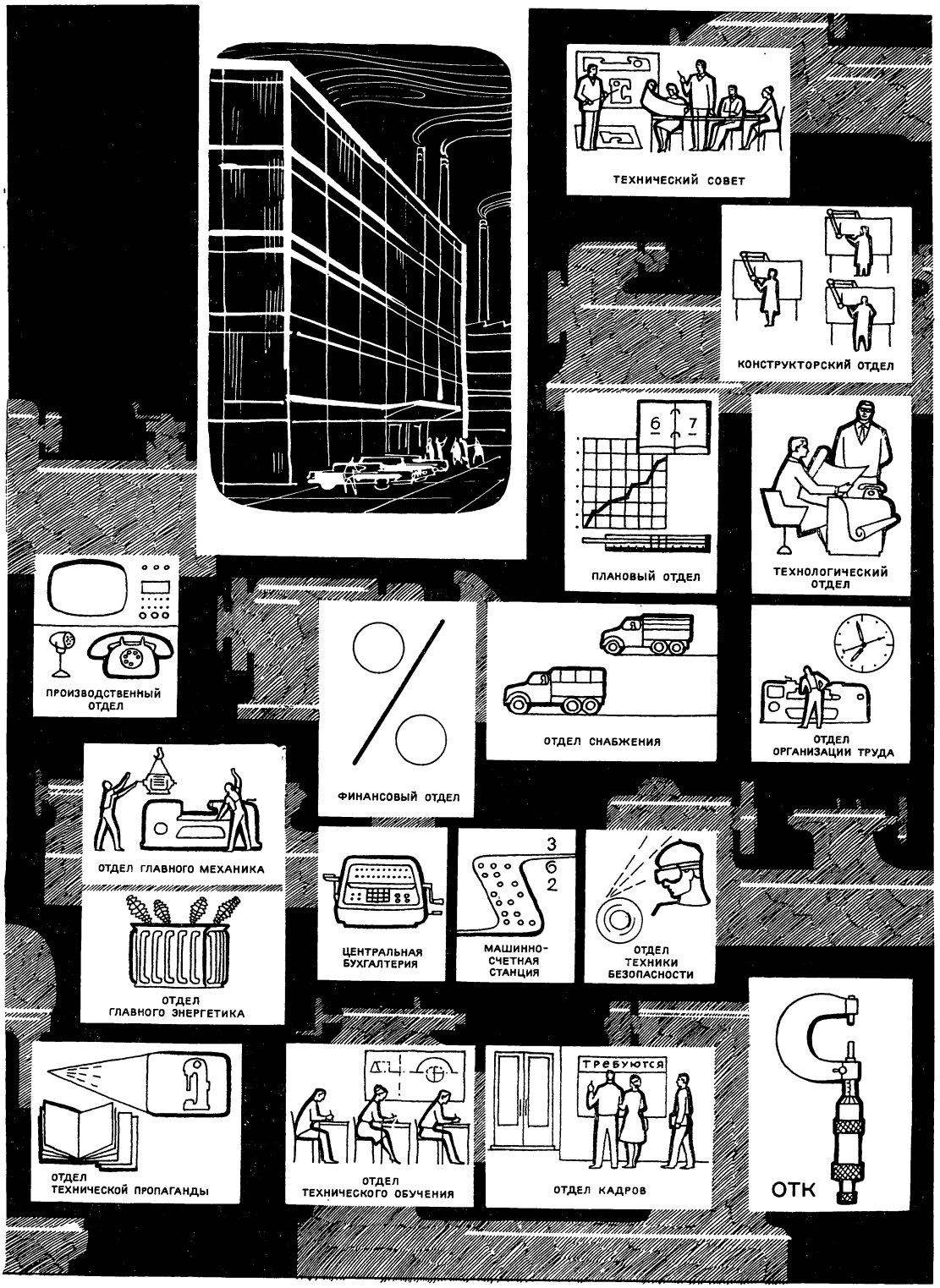
Шахты и рудники, металлургические комбинаты и электростанции, машиностроительные заводы и текстильные фабрики, типографии и мясокомбинаты — все это промышленные предприятия. Нескончаемым потоком с промышленных предприятий страны идут металл, уголь, электроэнергия, различные машины, ткани, обувь, одежда, сахар, консервы, мебель, книги, тетради... Всего не перечесть!

Работой завода руководит заводоуправление во главе с директором. Первый заместитель директора — главный инженер. Большую роль в жизни предприятия играют технические советы, в которые входят рабочие-новаторы, инженеры, представители общественных организаций завода.

Заводоуправление состоит из отделов: конструкторского, планового, технологического, организации труда, снабжения, сбыта, финансового, бухгалтерии, отдела главного механика, технической пропаганды, подготовки кадров и т. д.

К о н с т р у к т о р с к и й о т д е л — на многих заводах есть конструкторские бюро — занимается конкретной разработкой новых машин и деталей, внедрением уже разработанной

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ



на другом предприятии новой продукции, усовершенствованием выпускаемой продукции. Именно здесь готовятся окончательные рабочие чертежи, по которым рабочие, инженеры и техники изготовляют детали, отдельные узлы и целые машины. Конструкторскому отделу помогает экспериментальный цех, который изготовляет опытные образцы новых машин.

Как только завод получает задание начать выпуск новой машины, конструкторский отдел принимается за работу. Одновременно с ним в дело включается и плановый отдел. Ведь работа завода планируется. Количество рабочих, число единиц оборудования, оборотные средства — все потребности завода должны быть приведены в соответствие с производственной программой и с теми средствами, которые этому предприятию выделяются.

Плановый отдел составляет график запуска машин в производство: к такому-то числу должны закончить работу технологи; тогда-то должны быть готовы чертежи инструментов, штампов, приспособлений. Устанавливаются сроки их изготовления в инструментальном цехе, сроки поступления на склады материалов. Затем намечаются даты, когда надо начать изготовление деталей во всех цехах, и сроки начала выпуска новой машины.

Однако конкретные производственные планы для цехов еще не составляются. Прежде всего для этого надо поработать технологическому отделу.

Заводские технологи точно установят, на каком оборудовании будет выполняться каждая операция, каким инструментом, с какими приспособлениями, сколько времени она займет, сколько потребуется для ее выполнения рабочих, какой квалификации. Вот на этой основе уже можно планировать работу цехов, т. е. составить график равномерного и комплектного выпуска машин в таком количестве, какое требует государственный план.

Технологи начинают свою деятельность вместе с плановиками и даже раньше их на той стадии, когда чертежи машины еще не сошли с досок конструкторов. Технолог садится рядом с конструктором и вместе с ним обсуждает новую конструкцию, ее технологичность. Но тогда технолог был лишь консультантом. А теперь он определяет дальнейшую судьбу машины.

В тесном контакте с технологами работает отдел организации труда (или отдел труда и заработной платы). Технологи подсчитали, сколько нужно времени на выполнение каждой операции. Это техническая норма времени, она полностью учитывает возможности заводского оборудования. Теперь надо эти возможности реализовать. Отдел организации труда старается разумно, экономно использовать труд рабочего, правильно его организовать. Он старается сберечь для производства каждую минуту рабочего времени.

Так, на одном из предприятий при изучении процесса сборки автомобильного колеса установили, что покрышка лежит от сборщика на 1 *м* дальше, чем необходимо. Один лишний шаг за покрышкой, один — обратно. Подсчитали: при сборке узла — два лишних шага; при сборке машины (5 колес) — 10 шагов; в день (100 комплектов) — 1 *км*; в год — 12 потерянных дней. Вот что такое лишний шаг сборщика!

Важное звено заводоуправления — отдел снабжения. Этот отдел вместе с плановым изучает спецификацию деталей и материалов новой машины. Что, например, можно получить в готовом виде от других заводов? Подшипники — с подшипникового завода, электрооборудование — с другого завода, пластмассы — с третьего, ткани — с четвертого, стекло, приборы — с пятого, шестого и т. д.

Но отдел снабжения не только доставляет нужные материалы. Он следит также за правильным их расходованием. Дает, например, цеху металл по весу в соответствии с нормами и точно знает, сколько весят выпускаемые изделия. Куда делась разница — ушла в стружку? Значит, нужно собрать эту стружку и сдать на переплавку.

Каждое дело требует творческого подхода. Вот, например, финансовый отдел. Казалось бы, одни сухие цифры: получил в банке деньги, распределил их по статьям — и все. Однако от работы финансистов, от того, насколько хорошо они видят, что в действительности скрывается за сухими цифрами, часто зависят результаты всей работы завода.

Существует такой термин — «оборотные средства предприятия». Это деньги, вложенные в запасы материалов, в начатые, но незаконченные производством изделия, в готовую, но неотправленную продукцию.

Государство выделяет заводу ежегодно определенную сумму оборотных средств, скажем 10 млн. руб. А продукции он выпускает в год на 40 млн. руб. Выходит, первоначально выделенные средства за год оборачиваются четыре раза: продолжительность оборота — 90 дней. А если сократить продолжительность оборота, допустим, с 90 до 70 дней? Тогда средства станут обо-

рачиваться пять раз в год вместо четырех. В результате при тех же 10 млн. руб., выделенных государством, завод получит возможность выпускать продукцию не на 40, а на 50 млн. руб. в год. Но, конечно, осуществить такое сокращение сроков оборота средств можно лишь силами всего коллектива завода, в соответствии с государственным планом.

Сухие цифры, учет каждой израсходованной копейки составляют содержание работы еще одного отдела — центральной бухгалтерии. Если на каждой выпущенной детали сберечь только одну копейку, то годовая экономия на крупном заводе может достигнуть десятков тысяч рублей. Центральная бухгалтерия ведет точный учет всех затрат и доходов предприятия. В этом учете, как в зеркале, видны результаты хозяйственной деятельности завода.

Есть в заводоуправлении отдел, который занимается оборудованием,— отдел главного механика. При получении нового задания он в первую очередь изучит потребность в оборудовании. В механических цехах, скажем, обнаруживается нехватка станков. Попросить новые? Возможно, придется. Но

ОСТОРОЖНО — СТЕКЛО!

Часто бывает так, что некоторые детали лучше всего делать из стекла. Однако многие отказываются от применения стекла, так как не знают, как с ним обращаться. Здесь мы приводим несколько наиболее простых способов обработки стекла.

Резать стекло по прямым линиям проще всего, используя обычный стеклорез и деревянную линейку. Стеклорез можно приобрести в магазине.

Положите на ровный стол какую-нибудь ткань (сукно, фланель и т. п.), сверху положите стекло. Стеклорез держите перпендикулярно к поверхности стекла и, не нажимая сильно, проведите им вдоль линейки, отступив от края стекла 1—2 *мм*. Если стекло толстое, то такую же линию прочертите и с обратной стороны стекла. Затем возьмите в руки стекло за края и небольшим усилием разъедините его. Движение рук в это время напоминает движение, как если бы вы хотели сложить стекло по прочерченной линии.

Бутылку режут другим способом. Налейте в нее воды до того места, где вы хотите получить линию отреза. Затем сверху бутылки, по линии налитой воды, повяжите шпагат, смоченный в керосине, и зажгите его. Через некоторое время бутылка лопнет как раз там, где вам нужно.

Небольшие отверстия в стекле вырезают обычным сверлом. Но сверло надо предварительно закалить. Делается это так. Нагрейте кончик сверла добела, затем быстро вдавите его в палочку сургуча. Если сверло прожгло сургуч насквозь, вдавите сверло в новое место, и так до тех пор, пока сургуч не перестанет плавиться.

При сверлении стекла кончик сверла смачивайте скипидаром.

Чтобы вырезать в стекле большое отверстие, сначала надо высверлить сверлом маленькую дырочку. Затем, укрепив в этой дырочке один конец проволоки, к другому привяжите стеклорез и проведите нужную окружность. Потом прочертите по линейке стеклорезом два радиуса от дырочки к линии окружности. После этого возьмите стекло в руки и с нижней стороны несильно ударьте деревянной рукояткой молотка. Вырезанные части вывалятся. Чтобы облегчить удаление вырезанных частей, со стороны надрезов прижмите кусок замазки.

Согнуть стеклянную трубку можно, нагревая место сгиба над пламенем спиртовки или газовой плиты. Нагревая трубку, все время поворачивайте ее вокруг оси. Как только место сгиба слегка покраснеет, начинайте постепенно сгибать, не прекращая вращения. После того как будет достигнут нужный угол сгиба (и даже немного раньше), вынесите трубку из пламени и, не прекращая вращения, дождитесь, когда стекло остынет.

Узкие полоски стекла сгибают подобным образом.

При сгибании трубок большого диаметра перед нагревом засыпьте в них мелкий сухой песок. Чтобы песок не высыпался, с обоих концов трубки вставьте пробочки из дерева.

Сделать стекло матовым можно, обрабатывая его плавиковой кислотой.

Из воска или парафина сделайте по краям стекла небольшой бортик. Внутрь образовавшегося плоского корытца налейте тонким слоем плавиковую кислоту. Через несколько минут слейте ее, а стекло тщательно промойте водой.

Выгравировать на стекле какой-нибудь рисунок можно так. Залейте расплавленным воском или парафином всю поверхность стекла. Затем карандашом (не нажимая сильно) нанесите рисунок. По этим линиям аккуратно процарапайте чем-либо острым слой воска до стекла. В прочерченных линиях не оставляйте мелких кусочков воска. После этого стекло обильно смочите плавиковой кислотой. Через несколько минут смойте ее водой и удалите слой воска.

Декоративная гравировка стекла основана на свойстве клея сжиматься при высыхании. Сжимаясь, он отстает от стекла и снимает с него слои разной толщины. Поверхность травленного таким образом стекла имеет характер морозных узоров. Для травления необходим столярный клей или (еще лучше) желатин, так как, чем чище клей, тем лучше результаты.

Растворите немного клея в воде и прибавьте 6% (от его веса) квасцов. Полученной густой массой покройте стекло с помощью щетки, пока клей еще теплый. Через полчаса нанесите второй слой и оставьте сохнуть при комнатной температуре на сутки. Затем переставьте стекло в более теплое место (40°). Через некоторое время клей начнет с треском отлетать. Если хотите некоторые места оставить гладкими, то перед обмазкой клеем покройте их слоем воска или парафина.

раньше надо проверить свои резервы. Ведь можно модернизировать многие станки, сделать их более мощными, более производительными. Помимо этого, отдел главного механика заботится о состоянии всех станков завода, об их своевременном ремонте, замене и т. д.

Электроэнергетическими установками, тепло- и водоснабжением на заводе ведает отдел главного энергетика. Он также согласует потребность в энергии с новым заданием.

Отдел технической пропаганды (или технической информации) тоже внесет свой вклад в освоение новой машины. Он изыщет и размножит информацию об изготовлении подобных машин за границей, о всех новинках отечественных родственных заводов, оборудует в цехах витрины, устроит выставки, организует лекции, покажет технические кинофильмы — сделает все, чтобы помочь рабочим и инженерам. Техническая библиотека доставит книжки и журнальные новинки и также устроит выставки, беседы.

Остается главное — кадры. Ими занимаются два отдела: отдел подготовки кадров и отдел найма и увольнения.

На наших заводах все учатся. Кружки техминимума, школы передового опыта, курсы наладчиков, мастеров, вечерние (сменные) средние общеобразовательные школы, профессионально-технические училища, техникумы, заводы-втузы, филиалы вечерних институтов, группы заочников — все условия для учебы!

Оба отдела, занимающиеся кадрами, действуют в контакте друг с другом. Они совместно решают, рабочих каких специальностей надо подготовить своими силами, кого нужно найти на стороне. И тот и другой отдел охотно привлекает молодежь со средним образованием: ведь такие люди легко включаются в любые звенья подготовки кадров, быстро находят себе место в сложном организме завода.

На большом заводе работают десятки цехов, тысячи станков, десятки тысяч людей. Выпускают они сотни тысяч деталей, производят миллионы операций. Как разобраться во всем этом? Кто может сказать, в каком цехе что происходит, что с какой деталью делается? Производственный отдел завода. Иногда его называют диспетчерским.

Диспетчеров на современном заводе немного. Им помогает специальная техника. Она показывает, как идет выпуск любой детали на любом участке. Но диспетчеры не только следят за ходом производства, они ускоряют его, если где-либо случилось промедление, приходят на помощь тем участкам, где возникают какие-либо трудности.

На стене производственного отдела — огромный электрифицированный график. Ползут на нем светящиеся «жучки». Каждый из них связан с движущейся на главном сборочном конвейере машиной. Сборка идет нормально — «жучок» ползет и ползет. Случись малейшая задержка — «жучок» мгновенно замрет на месте. И сразу увидит диспетчер: конвейер остановился, нужно срочно принимать меры. При этом еще начнет мигать красный сигнал, загудит сирена.

Обычно конвейер останавливается, если не хватает деталей. Диспетчер неотступно следит, чтобы запасы их постоянно были на складах. Несколько тысяч деталей составляют машину. Каждая из них имеет номер, который показан на доске против диспетчера. Рядом с номером — три лампочки: зеленая, желтая, красная. Горит зеленая — все в порядке, запас деталей достаточный. Но вот он снизился, стал меньше нормы — и сразу же зажглась желтая. Если бы запас исчерпался, зажглась красная.

Но мало следить за состоянием запасов на складах. Важно знать, как эти запасы пополняются. В комнате диспетчера висит график — часовая выработка каждого цеха. На нем рядом идут две кривые: план и выполнение; вторая чуть-чуть выше первой — значит, все в порядке!

Все ли? Нет, не все. Чтобы иметь основание считать, что все идет хорошо, надо проверить и качество продукции — как той, которая идет в процессе изготовления машины из одного цеха в другой, так и той, которая выходит из ворот завода. Этим занимается отдел технического контроля (ОТК).

Большую роль на современном предприятии играет отдел техники безопасности (на небольших заводах и фабриках с этой работой справляется специальный инженер по технике безопасности). Он следит за тем, чтобы установленные правила работы и условия труда не нарушались, чтобы здоровью трудящихся ничего не угрожало.

В перечне подразделений заводоуправления мы пока не упомянули, пожалуй, самое интересное — вычислительный центр. Далеко не на всех заводах сегодня существует это подразделение. Но там, где оно есть, результаты его работы весьма и весьма ощутимы.

Вычислительный центр, оборудованный современными электронными вычислительными машинами, выполняет функции нескольких от-

делов. Он может автоматически разрабатывать программы-графики для производства, суточные и месячные задания, вести учет продукции и расчет показателей работы участков, цехов и всего завода.

Четко и слаженно работает огромный и сложный механизм завода. Спокоен и размерен ход производства. Телефон, радио, автоматика, телемеханика, кибернетика — все достижения передовой техники используются для этого. Но главная основа четкости и размеренности работы предприятия — квалифицированный труд рабочих, техников, инженеров и других специалистов, их дисциплинированность, чувство ответственности. И, конечно, хорошее знание своего дела.

■

ТЕХНИКА И ЭСТЕТИКА

Вы подъезжаете к зданию, похожему на закрытый бассейн или дворец спорта. Вам, вероятно, в голову не придет, что это ткацкая фабрика. Ни кирпичных стен, ни подслеповатых окон, ни грохота станков. Вы входите в вестибюль, потом в цех и продолжаете удивляться. Полы выложены красивым пластиком. Люминесцентные лампы льют ровный свет, преобладают светло-зеленые тона. Каждые пять минут кондиционеры обновляют воздух — он соперничает с воздухом морского побережья или соснового бора. А шум? Он «уходит» в отверстия перфорированных алюминиевых листов на потолке и пропадает в плитах из минеральной ваты, обернутой в полиамидную пленку.

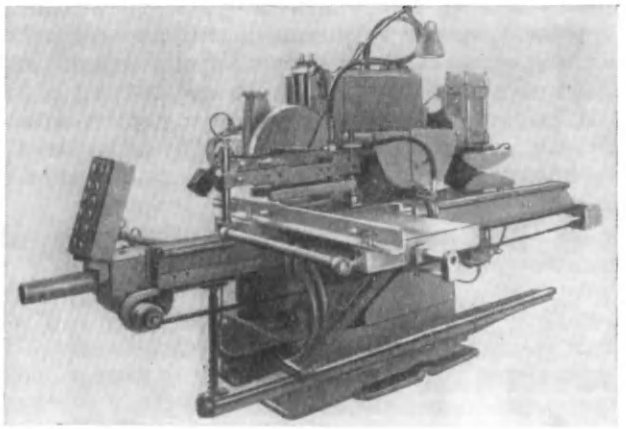
И это не уникальное, не единственное в своем роде здание. Фабрика построена из типовых элементов, она первая среди десятков подобных. Таких предприятий будет скоро очень много. Новые науки — техническая эстетика и примыкающая к ней эргономика, изучающие воздействие внешних условий на работоспособность, настроение, качество работы, — пришли на производство. Заводы и фабрики, прошедшие элементарную ступень борьбы за чистоту, гигиену и культуру, становятся сочетанием подлинной красоты и великолепных условий труда.

Первые шаги технической эстетики связаны с использованием физиологических и психологических особенностей цвета. Человек не безразличен к цвету. Цвет влияет на наше настроение и здоровье. Одному американскому фабриканту вздумалось окрасить стены, механизмы и столы на фабрике в черный цвет. Выработка упала, среди работниц начались нервные заболевания. К счастью, на фабрику пришел физиолог. «Вы нарушили законы контраста,— сказал он владельцу.— Нельзя шить черную кожу черными нитками на черном столе. Нельзя работать в трауре... Оттого и нервные заболевания». Известен и такой опыт. Рабочие носили одинаковые по весу черные и белые ящики. В один голос они заявили, что черные тяжелее.

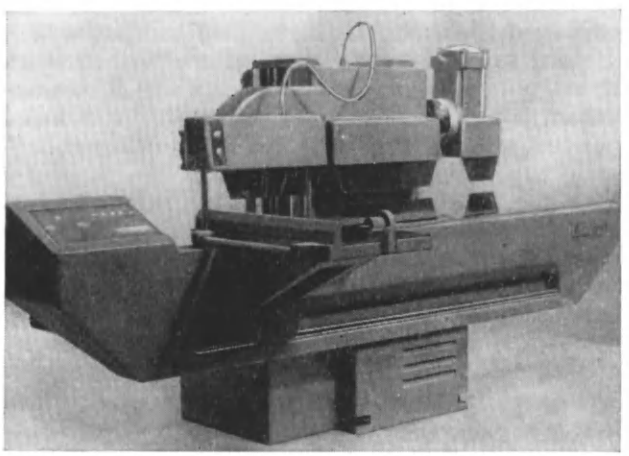
Цвет вредит, если он угнетает, мешает различать предметы, требует дополнительного освещения, скрывает опасность. И помогает, если он спокоен, если радует глаз. Цвет способен сослужить хорошую службу людям.

Обо всем этом думали в институте «Оргстанкинпром». Там готовился типовой проект «Культура машиностроительного предприятия», который рабочие назвали потом «проектом красоты». Инженеры, составлявшие проект под руководством физиологов, решили изгнать из заводских цехов вредные грязно-серые тона. Физиологи же доказали, что самый полезный цвет для работы — зеленый. Он снижает давление внутри глаза, способствует нормальному кровообращению, облегчает работу мышц, успокаивает. А красный, например, возбуждает, поднимает настроение, но быстро утомляет. Его лучше всего использовать для предупреждения об опасности.

Но как перенести эти особенности в помещение, где работают, а не созерцают цвет? Где рабочий, переводя взгляд с черного пола, не отражающего свет, на зеркально-блестящую деталь, вынужден портить глаза и терять время, пять секунд приспосабливая зрение? Очевидно, нужно создать гамму неутомительных контрастов, использовать так называемые дополнительные успокаивающие цвета. Немало было споров, опытов, набросков, отвергнутых вариантов... И вот на чертеже, наконец, возникает картина цеха. Потолок и верхняя часть стен белые — они отражают и рассеивают свет. Нижняя часть стен и машины окрашены в светло-зеленый, после



Так выглядел шипорезный фрезерный станок несколько лет назад.



Так он выглядит теперь.

которого глаз легче всего приспособится к другому цвету. Черный пол уступает место серому или коричневому.

В проекте учтены и требования безопасности: подвижные части машин светлее неподвижных; издалека предупреждают о себе красные электрокары и открытая электроаппаратура; на фоне серебристых перекрытий четко виден желто-черный крюк крана. В инструментальном цехе, где нужна особая точность, тона светлее, чем в механическом, а в горячих цехах стены выложены «прохладными» синими плитками. Чем тяжелее машины, тем «легче» их цвет: так на чертеже возникают белые печи, голубые прессы и т. д.

Чертежи, разосланные заводам, оживают. Экскаваторный завод в Таллине, радиозаводы в Риге, «Автогенмаш» в Одессе, Минский тракторный, Тбилисский станкостроительный и др. перекрашивают цехи и машины. Хорошее освещение, приятные цвета и их разумное соотношение благотворно сказываются на работоспособности и продуктивности. Администрация отмечает значительное увеличение производительности и экономию электроэнергии, технологи и контролеры — снижение брака и большую точность, инспектора по технике безопасности и врачи — отсутствие несчастных случаев, а рабочие — отличное настроение, уменьшение усталости и увеличение заработка.

Изгнав унылый грязно-серый цвет, оборудовав по-новому рабочие места, заводы объявили войну еще одному врагу — шуму. На рижских заводах ВЭФ и «Саркана звайгзне» можно увидеть десятки остроумных приспособлений, гасящих грохот, скрежет и визг различных машин и механизмов. Вместо шума во многих цехах негромко звучит теперь приятная и бодрая музыка.

Энтузиасты обновления производства провели и первые опыты с генератором запахов: когда-нибудь в цехах, лабораториях и конструкторских бюро появится аромат соснового леса или моря, ковыльной степи или цветущего сада. Работая над этим генератором, конструкторы исходят из теории, утверждающей, что запахи связаны не только со строением молекул, но и с электромагнитными колебаниями.

В облик предприятий вносят свою лепту и художники. Художник знает о свойствах цвета не только то, что говорит ему физиолог или психолог, но и то, что «говорит» искусство. Искреннее восхищение искусствоведов, физиологов и, главное, рабочих вызвал опыт рижских художников, участвовавших в реконструкции механического завода в Айзпуте. Там светло-зеленый цвет оставлен только станкам, которые окружены желтыми стенами. Возбуждающее действие желтого цвета уравновешивается синими трубами и крупными декоративными фотографиями.

Художники стараются помочь конструкторам и при работе над станками, придать станкам современные формы, сделать их красивыми и удобными, смягчить переходы от света к тени, отбросить лишнее. Первые такие станки для фрезерования и ультразвуковой обработки создали выпускники Московского художественно-промышленного училища.

Исследования физиологов, психологов, художников, специалистов по светотехнике и акустике и, наконец, архитекторов, которым хи-

мия и промышленность вручили новые материалы, нашли свое воплощение в великолепных проектах реконструкции московских заводов— автомобильного, шлифовальных станков, а также в проекте новой ткацкой фабрики, о которой мы рассказали вам вначале.

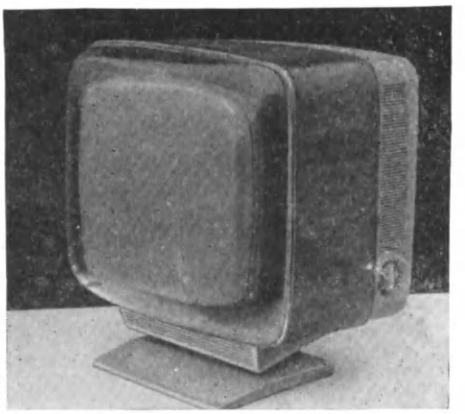
Облик предприятия ближайшего будущего вырисовывается отчетливо. Но каковы будут условия труда на полностью автоматизированном заводе, где людям придется работать только у пульта управления и где центральной фигурой станет оператор, человек высококвалифицированного интеллектуального труда?

Работу операторов облегчили автоматические регуляторы. Людям осталось лишь следить за приборами. Однако простое наблюдение тоже связано с нервным напряжением, пожалуй, не менее вредным, чем физическая усталость. Психологи и специалисты по кибернетике, призвав на помощь достижения технической эстетики в области цвета и форм, принялись за эксперименты, направленные на облегчение труда оператора.

Начало им было положено проектированием поста управления котлами и турбинами для ТЭЦ № 21 в Москве. Этот пост создан во ВНИИТЭ — Всесоюзном научно-исследовательском институте технической эстетики.С помощью архитекторов и художников длину панели с приборами удалось сократить втрое. На панели отчетливо выделяются штриховые символы машин. Красные и зеленые цепочки, усеянные сигнальными лампами, расположены в строгой логической и технологической последовательности.

Психологи утверждают, что три четверти аварий в автоматических системах происходит не из-за отказа машин, а из-за ошибок при чтении показаний приборов. Они выяснили, что большую возможность ошибки дает вертикальная шкала, меньше — горизонтальная и еще меньше — шкала в форме окна. На основе этих выводов и были выбраны формы шкал на пульте.

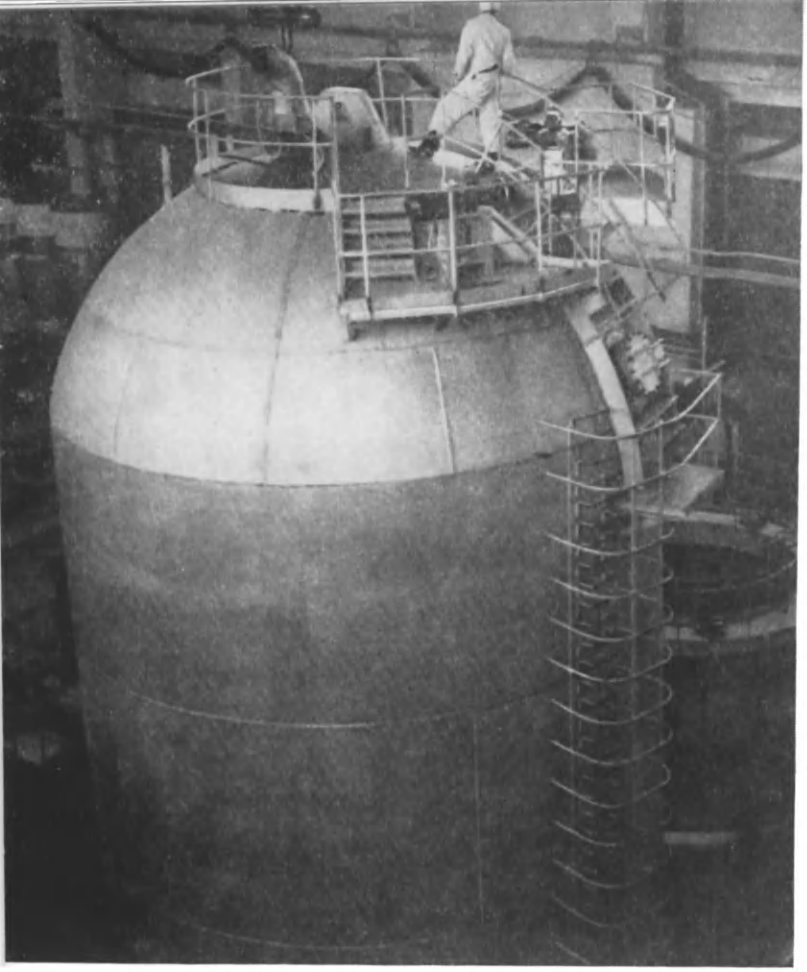
Оборудовав ТЭЦ, инженеры, психологи и архитекторы выполнили еще одну интересную работу. Они создали выдержанную в мягких, теплых тонах «зону отдыха» для оператора, командующего автоматической техникой в одном из цехов Воскресенского химического комбината. Приборы контролируют процесс, а оператор отдыхает в удобном кресле у журнального столика. Но вот зажигается сигнальный глазок над прибором, у столика гаснет свет, затихает музыка, льющаяся из репродукторов, — автоматы зовут человека на помощь.

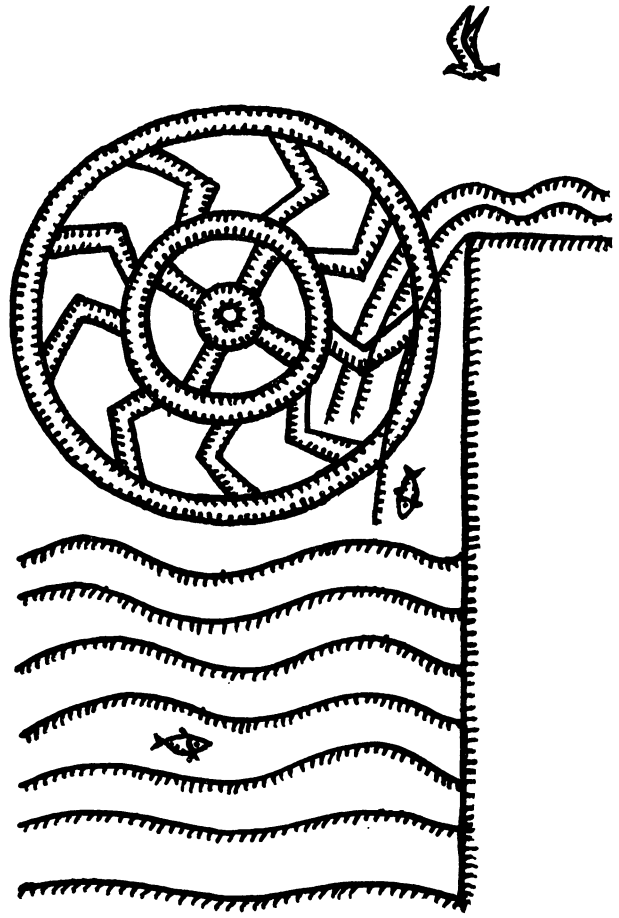


Контуры этого телевизора художники-конструкторы приблизили к геометрическим формам кинескопа, т. е. подчинили внешний вид телевизора его прямому назначению. Такая конструкция очень экономична и красива.

Инженеры и психологи предлагают прибавить к световой сигнализации еще и музыкальную.

...Все идет хорошо, система работает нормально. Оператор читает. Но вот в механизмах ТЭЦ что-то произошло — зажглись красные огоньки, зазвучали, повторяясь, тревожные музыкальные такты. Оператору достаточно одного взгляда на пульт, чтобы принять решение: вся схема агрегатов потухла, ярко выделяются лишь элементы, относящиеся к той турбине, где может произойти неладное. Все очень просто, и оператор спокоен: критический момент он не упустит, у него еще остается время для размышления.





ЭНЕРГИЯ — ДВИЖУЩАЯ СИЛА ТЕХНИКИ

ОТ ПЛАНА ГОЭЛРО К БОЛЬШОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Темная, заваленная сугробами Москва на исходе 1920 года. Холодный, тускло освещенный зал Большого театра, заполненный делегатами VIII Всероссийского съезда Советов. На трибуне В. И. Ленин. Подняв перед собой том плана ГОЭЛРО, Владимир Ильич говорит:

— На мой взгляд — это наша вторая программа партии... Коммунизм — это есть Советская власть плюс электрификация всей страны.

Сейчас нам кажутся очень скромными цифры этого плана — в течение 10—15 лет построить 30 электростанций общей мощностью 1,5 млн. *квт* и поднять производство электроэнергии в стране до 8,8 млрд. *квт·ч* в год. Но тогда эти ленинские задания многим представлялись фантастическими. А сегодня?

По сравнению с 1920 г. выработка электроэнергии увеличилась в 1020 раз и в 1965 г. достигнет 510 млрд. *квт·ч*. В нашей стране работают три крупнейшие гидроэлектростанции мира: Волжская им. В. И. Ленина, Волжская им. XXII съезда КПСС и Братская на Ангаре; строится еще более мощная — Красноярская на Енисее. Крупнейшая в Европе Приднепров-

ская тепловая электростанция имеет мощность 1,8 млн. *квт*, а Луганская, тоже тепловая,— 1,5 млн. *квт*. По сверхдальним линиям электропередач энергия передается самым высоким в мире напряжением —500 тыс. *в* переменного и 800 тыс. *в* постоянного тока.

Лавина энергии

Потребности нашей страны в электроэнергии огромны. Но энергетики хотят точно знать, как будет расти потребление электричества, чтобы составить план строительства электростанций. Зная, сколько электроэнергии идет на производство, например, одного автомобиля, специалисты могут подсчитать потребность в энергии всех автомобильных заводов страны. А наблюдая, как вы за завтраком режете свежий хлеб, энергетики сообщат вам любопытный факт. Оказывается, на производство килограмма хлеба — от возделывания пшеницы в поле до прилавка булочной — тратится 1 *квт·ч* электроэнергии.

Так, идя от одного вида продукции к другому, учитывая ежегодный рост производства, потребности домашнего хозяйства, школ, театров и т. д., энергетики приходят к общей сумме потребности энергии.

В Программе партии записано: поднять выработку электроэнергии к 1980 г. до 2700—3000 млрд. *квт·ч*. Это 340 планов ГОЭЛРО! Для производства такой массы электроэнергии нужно построить около 640 крупных электростанций всех типов. Их общая мощность должна быть примерно в пять раз больше, чем мощность всех электростанций страны в 1965 г.

Промышленность и транспорт израсходуют почти две трети всей этой энергии. Ведь только химическая промышленность потребует в 1980 г. около 300 млрд. *квт·ч*.

Очень резко, до нескольких сот миллиардов киловатт-часов, вырастут потребности сельского хозяйства. На фермах колхозов и совхозов электрические машины производят многие работы. Они измельчают и запаривают корма, доят коров, охлаждают молоко; электричество подает воду на поля в засушливых районах; без больших затрат электроэнергии нельзя изготовить минеральные удобрения.

Городское и домашнее хозяйство, культурные учреждения тоже потребуют немало энергии. Скоро каждой семье понадобится не менее 500 *квт·ч* в год. А Московскому университету уже сейчас нужно столько энергии, сколько дает Волховская ГЭС. Во время интересных передач Центрального телевидения все включенные телевизоры потребляют мощность целой Днепровской ГЭС.

Энергия должна быть дешевой

Но если электрическая энергия будет обходиться дорого, то мы не сможем применять ее так широко, как хотим. Поэтому надо точно знать, из чего складывается цена электроэнергии, чтобы сокращать затраты.

На тепловой электростанции до 65% всех расходов идет на т о п л и в о. Лучшие советские тепловые электростанции расходуют сегодня 400—500 *г* топлива на выработку 1 *квт·ч*. А к 1980 г. этот расход в результате ввода сверхмощных и более экономичных турбин и генераторов будет снижен почти до 300 *г*.

В стоимость 1 *квт·ч* входят еще расходы на з а р п л а т у работников электростанций. Но людей на электрических станциях становится все меньше: их работу берут на себя автоматы.

Теперь дальше. На постройку самой станции, еще до того как она дала первый ток, ушли большие средства. Их постепенно, с рассрочкой в 3—5 лет, прибавляют к цене выработанной энергии — надо же покрыть расходы на строительство. Кроме того, в течение 30 лет отчисляются суммы, которые покрывают износ здания и оборудования. Эти добавки называют о т ч и с л е н и я м и н а а м о р т и з а ц и ю.

В себестоимости одного киловатт-часа, произведенного на гидроэлектростанции, доля амортизации достигает 90%. Сроки окупаемости здесь составляют 3—7 лет, а сроки амортизации — от 50 до 100 лет. Гидроузлы — очень дорогие сооружения. Но зато текущие расходы на выработку электроэнергии здесь незначительны: топлива не надо совсем, и ГЭС уже сегодня работают автоматически. Мы строим сейчас в основном тепловые станции, потому что их сооружать быстрее и дешевле. Но и о гидроэлектростанциях не забываем.

Если бы к 1980 г., когда мы будем вырабатывать до 3000 млрд. *квт·ч* в год, себестоимость энергии снизилась против сегодняшней всего на 1%, мы сэкономили бы в течение года средства для постройки школ на 450 тыс. человек.

Но в 1980 г. новые электростанции будут вырабатывать очень дешевую электроэнергию. 1 *квт·ч* обойдется в три раза дешевле, чем сейчас,— в среднем не более четверти копейки.

Удешевление энергии приведет к резкому снижению стоимости всей продукции в стране.

Электростанции страны «берутся за руки»

Включая электромотор или телевизор, многие и не подозревают, что послушная им энергия родилась очень далеко, быть может, за сотни километров от места потребления. Действительно, энергетиков уже не смущают большие расстояния. Электропередачи тянутся по всей стране на тысячи километров, и нет у них соперников ни в быстроте передачи энергии (300 тыс. *км/сек*!), ни в «провозоспособности» (миллиарды киловатт-часов!), ни в возможности подвести энергию вплотную к потребителям. Важно и то, что на тысячекилометровых электрических трассах почти не видно людей.

Но в разное время года, в разные часы суток нужны разные количества энергии. Летом, когда день длинный, на освещение тратится меньше электричества, чем зимой. А в сельском хозяйстве, например на орошение и другие работы, максимальное количество энергии требуется именно летом. В дневные и вечерние часы, когда работают все предприятия и включается освещение, нужно больше энергии, чем ночью.

Если строить электростанции с учетом максимальной потребности (энергетики говорят — с учетом «пиков»), то часть турбин в «тихие» часы придется останавливать. Это значит, что на сооружение и содержание этих дополнительных турбин будут затрачены лишние средства. Не лучше ли в часы «пик» добавить энергии с другой станции, из района, где, скажем, в это время уже наступила ночь?

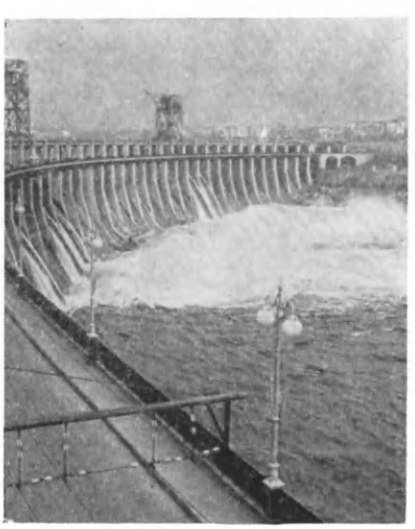
Так и делают: объединяют электростанции линиями электропередач в единую систему. И передают энергию оттуда, где ее в этот момент избыток, туда, где ее не хватает. Объединив все станции страны, мы создадим Единую энергетическую систему (ЕЭС). Только ЕЭС способна сгладить все «пики» и одновременно забрать все излишки электроэнергии; только она может дать дешевую энергию всем отраслям народного хозяйства, культуры и быта.

ЕЭС значительно улучшает и работу самих электростанций: снижаются затраты на строительство и эксплуатацию, уменьшаются и общая нагрузка, и те скачки в графике нагрузок — «пики», которые так дорого обходятся разобщенным электростанциям.

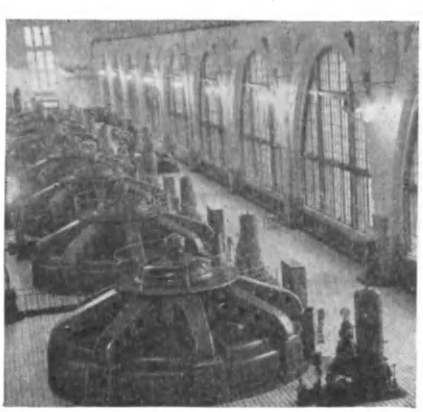
Перекрыть шестую часть суши земного шара мощными линиями электропередач — это раньше казалось фантастикой. Но теперь мы

Волжская ГЭС им. XXII съезда КПСС (1960). Мощность — 2350 тыс. *квт*.

Днепрогэс им. В. И. Ленина (1932). Мощность — 650 тыс. *квт*.



Волховская ГЭС им. В. И. Ленина (1926). Мощность — 56 тыс. *квт*.



недалеки от полного ее осуществления. Уже 90% (по мощности) советских электростанций объединено в энергетические системы.

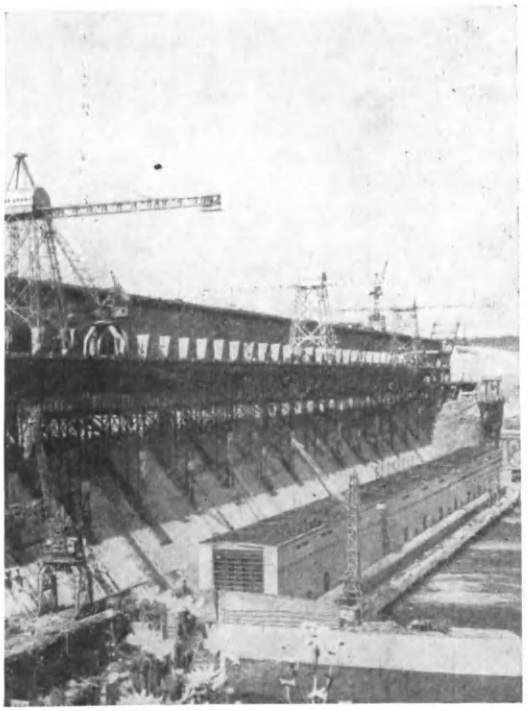
В стране работают пять крупных энергосистем. Самая мощная — энергосистема Европейской части СССР. Она образовалась из систем Центра, Урала и Юга. Для этого были сооружены линии электропередач самого высокого напряжения в мире — 500 *кв* (500 *кв* = =500 тыс. *в*). Это напряжение в тысячи раз превышает то, на котором работает лампа у вас дома. Сначала была построена линия Куйбышев — Москва, затем Волгоград — Москва, Куйбышев — Урал, Воткинск — Свердловск.

В 1962 г. впервые в мире введена в действие линия постоянного тока Волгоград — Донбасс напряжением 800 *кв*. Создана объединенная энергосистема Закавказья, в которую вошли энергосистемы Грузии, Армении и Азербайджана. Центральная энергосистема Сибири объединила системы Иркутска, Красноярска и Новосибирска. Работают также менее мощные энергосистемы Северо-Запада и Средней Азии.

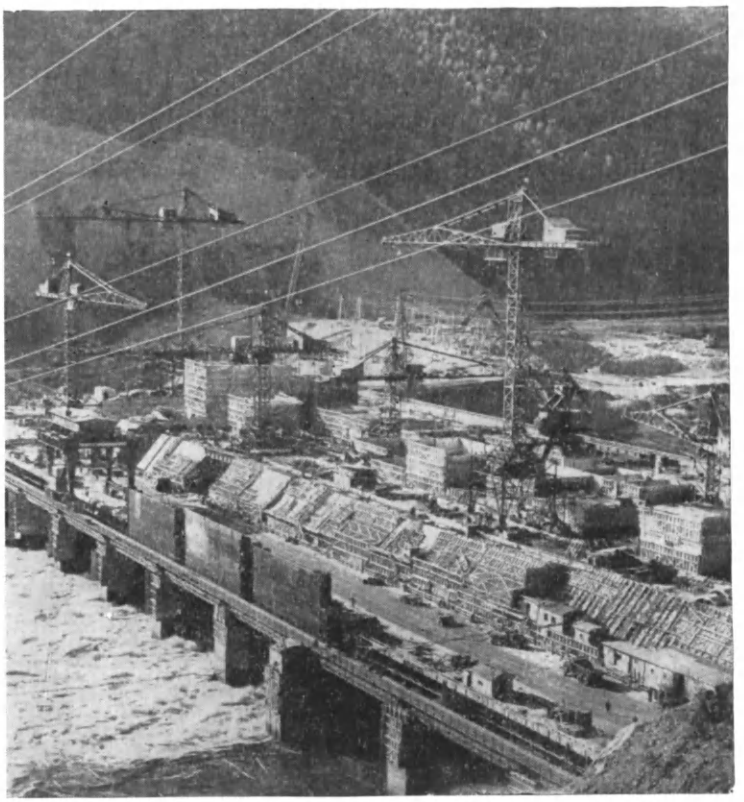
Общая длина линий энергопередач напряжением 220—500 *кв* уже перевалила за 30 тыс. *км*. Наши системы объединяются с системами социалистических стран. С Западно-Украинской системой соединились системы Чехословакии, Польши, Румынии, ГДР, Болгарии.

В 70-х годах ЕЭС Европейской части и ЕЭС Азиатской части подадут друг другу руки и образуют великую ЕЭС СССР. Эта связь начнется с двух линий передачи энергии постоянным током сверхвысокого напряжения по направлениям Итат—Челябинск и Экибастуз—Моршанск. Каждая из линий (протяженностью от 2 до 3 тыс. *км*) напряжением 1500 *кв* будет передавать на запад 45 млрд. *квт·ч* электроэнергии. А после 1980 г. громадный поток энергии хлынет с востока на запад по новым сверхдальним и сверхмощным трассам на постоянном токе напряжением 2200 *кв* и выше. Они будут передавать на запад энергию мощных тепловых электростанций, сооружаемых на богатейших угольных бассейнах Сибири, и гидроэнергетических гигантов на Оби, Енисее, Ангаре и Лене.

Братская гидроэлектростанция (1963). Мощность — 4500 тыс. *квт*.



Красноярская ГЭС. Проектная мощность — 5 млн. *квт*.



ДВИГАТЕЛИ И ГЕНЕРАТОРЫ

Когда-то, четыре-пять тысяч лет назад, люди знали только один двигатель — собственные мускулы. Потом научились использовать мускульную силу животных — быков, лошадей, верблюдов и др. Еще позднее появились первые, очень примитивные механические двигатели — водяные и ветряные колеса.

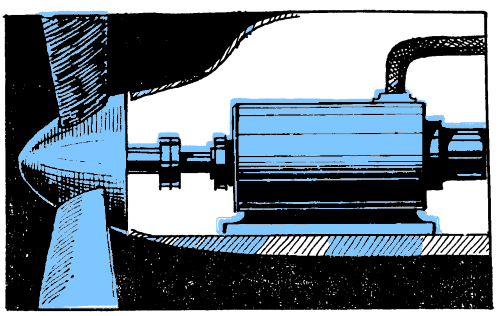
Сегодня на земле работают миллионы двигателей — водяных и ветряных, паровых и газовых, электрических и воздушных. Мы называем их общим словом «двигатели» потому, что все эти машины превращают различные виды энергии в механическое движение.

Новый облик старых машин

Водяные двигатели, самые почтенные по возрасту, исправно служат на гидроэлектростанциях. Конечно, они и по виду, и по мощности нисколько не похожи на древние водяные колеса. Сегодняшние гидротурбины — самые мощные двигатели в мире. Падающая вода вращает огромные стальные колеса с лопастями, насаженные на массивный вал. И если к этому же валу присоединить генератор (машину, рождающую электричество), наша гидроэлектростанция начнет вырабатывать электрический ток.

Тот же принцип действия и у ветряных двигателей, только колесо с лопастями вращает не вода, а ветер. С помощью ветродвигателей можно приводить в действие насосы, выкачивающие воду из глубоких колодцев, а можно получать электрический ток — для этого вал нужно соединить с генератором. Но ветер дует с разной силой в разное время, а то и совсем стихает. Поэтому на ветроэлектростанциях (ВЭС) ставят накопители энергии, например высоко расположенные резервуары с водой. Пока есть ветер, часть энергии ВЭС заставляет работать насос, поднимающий воду на большую высоту. Но вот ветер упал — и вода начинает сливаться из резервуара. По пути она вращает турбину и соединенный с нею генератор.

В других случаях объединяют в одну ВЭС несколько ветряных колес, работающих далеко одно от другого. И если ветер есть в районе хотя бы одного из колес, станция не перестает подавать энергию.



Ветряная электростанция — ВЭС — очень удобна в горных районах, где большую часть года ветрено.

Первая тепловая

Паровые и газовые двигатели часто объединяют общим названием «тепловые». Действительно, каждый такой двигатель превращает в механическую работу тепловую энергию пара или газа. Но это превращение тепловые двигатели выполняют разными способами.

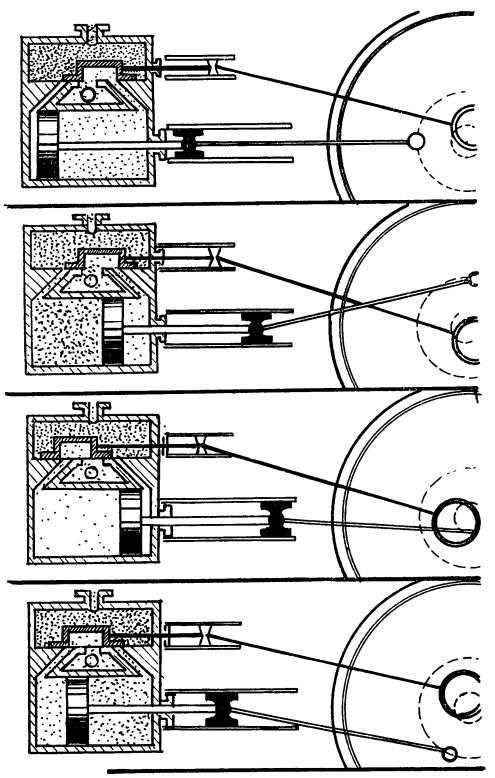
Старейшему двигателю этого класса — паровой машине — скоро двести лет. Некогда она была самой главной среди других двигательных машин. Сегодня паровая машина постепенно уходит в прошлое вместе с последними паровозами и пароходами. Машина эта тяжела и не очень быстроходна, а наша техника стремится к скорости и легкости. Кроме того, у нее низкий коэффициент полезного действия. Это для двигателей очень важный показатель. Коэффициент полезного действия (сокращенно к. п. д.) показывает, какую часть израсходованной энергии машина превращает в полезную работу. Так вот, к. п. д. хорошего паровоза не более 8%. Это значит, что из 100 *кг* сожженного в топке угля в полезную работу превращается тепловая энергия только восьми килограммов, а остальные 92 *кг* сжигаются напрасно — их энергия вылетает в дымовую трубу, теряется с отходящим паром, уходит на трение внутренних деталей паровой машины и механизма самого локомотива.

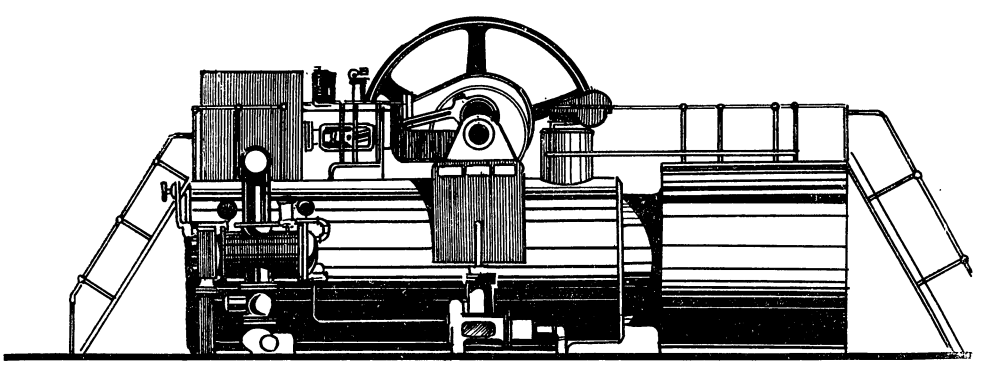
Как же все-таки устроена паровая машина?

Главная ее часть — цилиндр с поршнем. Пар высокого давления из парового котла может входить в цилиндр попеременно слева и справа поршня, и поршень начинает двигаться. Через шток, ползун и шатун поршень соединен с коленчатым валом.

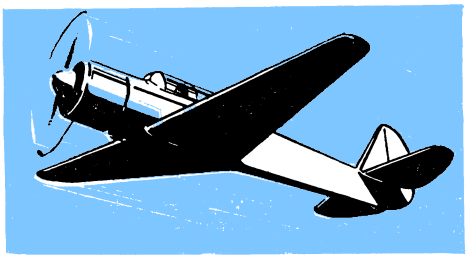
Но кто командует впуском пара в левую и правую части цилиндра? И кто выпускает из цилиндра отработавший, ненужный пар после каждого хода поршня? В самых первых паровых машинах это делал человек. Но его давно уже заменяет автоматическое устройство для распределения пара — золотник (см. статьи раздела «Автоматика»).

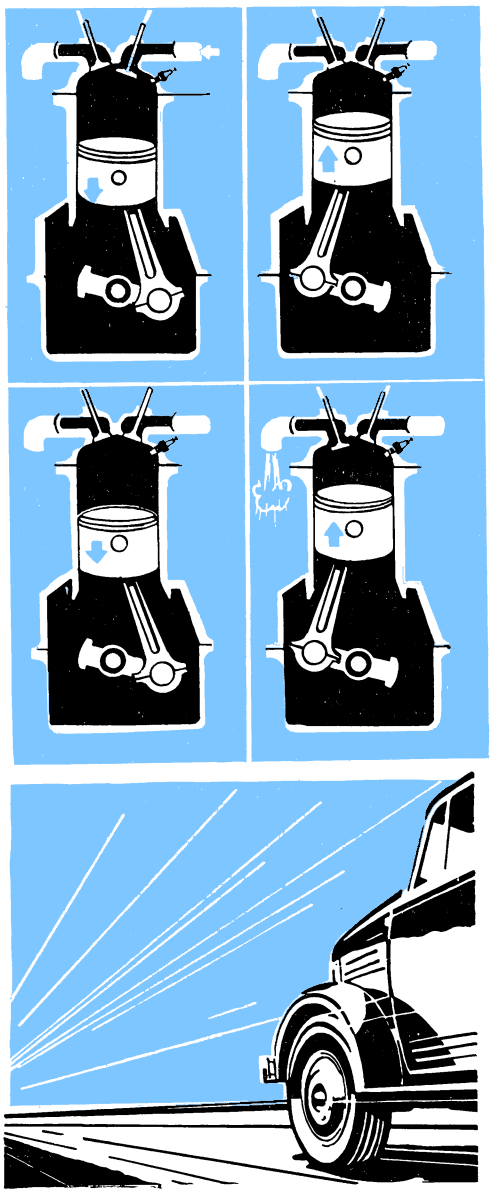
Всякая паровая машина должна еще иметь маховик — тяжелое колесо, насаженное на коленчатый вал. Маховик нужен, чтобы вал не останавливался в крайних положениях поршня — в так называемых мертвых точках. Инерция маховика заставляет вал пройти мертвую точку, а дальше снова работает поршень.





Паровая машина. В верхней части рисунка схема ее работы. Пар подается через один из двух каналов, поочередно открываемых золотником. Одновременно через другой канал и внутреннюю полость золотника отработавший пар отводится в холодильник.





Четырехтактные двигатели внутреннего сгорания работают на автомобилях и легких самолетах. На схеме показаны четыре такта работы двигателя: всасывание —сжатие—рабочий ход—выпуск.

На жидком топливе

Двигатель внутреннего сгорания появился почти через 100 лет после паровой машины. И хотя он чем-то на нее похож, работает гораздо лучше — быстрее, экономичнее, с более высоким к. п. д.— 35 и даже 39%. При одной и той же мощности двигатель внутреннего сгорания почти втрое легче паровой машины.

У этого двигателя тоже есть цилиндр и поршень. Только в цилиндр впускают не пар, а горючую смесь — воздух и топливо (бензин, керосин, соляровое масло, нефть). Порция топлива сгорает между головкой цилиндра и днищем поршня — в камере сгорания. Сгорая, бензин, керосин или нефть превращаются в газ, который занимает примерно в 800 раз больший объем. Потому в камере очень резко повышается давление.

Под давлением газа поршень быстро отходит назад. Это рабочий ход: отходя, поршень через шатун заставляет вращаться коленчатый вал. Потом, вращаясь уже по инерции (вспомните маховик!), коленчатый вал возвращает поршень к головке цилиндра. Во время этого хода открыт выпускной клапан, и через него поршень выталкивает отработавшие газы.

Следующий свой ход — назад — поршень тоже делает по инерции коленчатого вала с маховиком. В это время открыт уже впускной клапан. Работая как насос, поршень всасывает через этот клапан следующую порцию смеси. Наконец, поршень опять движется вперед с помощью маховика. На этот раз клапаны закрыты — происходит сжатие смеси в цилиндре перед воспламенением. Сжатие необходимо, чтобы рабочий ход был как можно сильнее.

Теперь топливо снова воспламеняется, повторяется рабочий ход, а дальше — все, как раньше. Рабочий ход — выпуск — наполнение — сжатие; рабочий ход — выпуск — наполнение — сжатие; четыре хода поршня, четыре такта в работе двигателя. Поэтому двигатель, который мы сейчас описали, называется четырехтактным.

Есть множество разных типов четырехтактных двигателей. На легковых автомобилях и нереактивных самолетах чаще всего работают карбюраторные двигатели: в них жидкое топливо (обычно бензин) распыляется воздушной струей в особом приборе — карбюраторе — и в виде смеси паров топлива с воздухом входит в цилиндр. После сжатия эта смесь воспламеняется электрической искрой от свечи.

Тракторы, танки, мощные грузовики, как правило, имеют другие двигатели — д и з е л ь н ы е. В этих двигателях поршень засасывает через клапан чистый воздух. Клапан закрывается, происходит сильное сжатие. В карбюраторных двигателях поршень сжимает смесь топлива с воздухом в 6—8 раз, а воздух в цилиндре дизеля нужно сжать раз в 15—20, тогда он сразу разогреется до 800°. Если в такой сжатый горячий воздух впрыснуть через форсунку порцию жидкого дизельного топлива (солярового масла, газойля), то от высокой температуры топливо воспламенится.

На мотоциклах, мотороллерах, кораблях-теплоходах и некоторых тяжелых грузовиках можно увидеть двигатели внутреннего сгорания, работающие не в четыре такта, а в два. Эти д в у х т а к т н ы е двигатели действуют вот как.

Первый такт. Топливо сжигается в камере сгорания, воспламенившись от электрической искры (в мотоциклетных моторах) или от температуры сжатого воздуха (в тяжелых судовых двигателях). Поршень под давлением газов движется назад. Это рабочий ход. В стенках цилиндра вырезаны окна, которые закрыты телом поршня, когда он в переднем положении. Но, отходя назад, поршень постепенно открывает эти окна. Через одно из них происходит выпуск отработавших газов; через другое насос подает либо смесь топлива с воздухом из карбюратора, либо чистый воздух, если это дизель.

Второй такт. Поршень по инерции коленчатого вала с маховиком идет вперед. Он закрывает собой выпускные и продувочные окна (их обычно бывает по нескольку) и сжимает свежую смесь или воздух в цилиндре. В переднем положении поршня электрическая свеча дает искру либо форсунка впрыскивает топливо. И все начинается сначала.

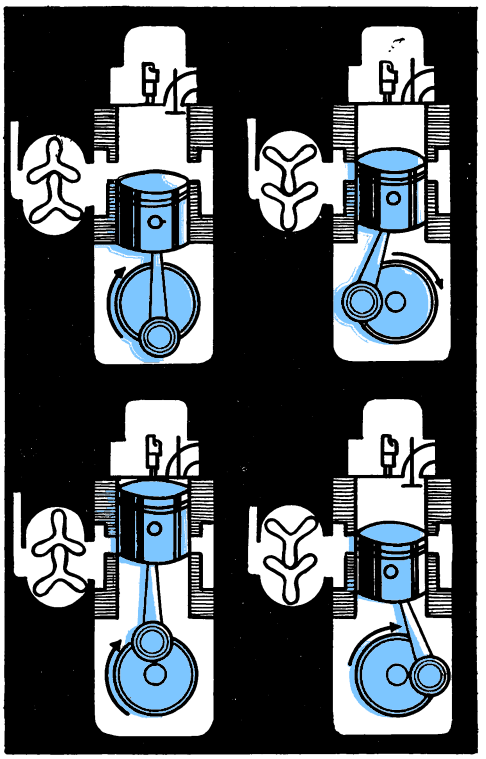
Советские двухтактные дизельные двигатели моторного завода в Ярославле работают так надежно и равномерно, что их ставят и на тяжелые грузовики.

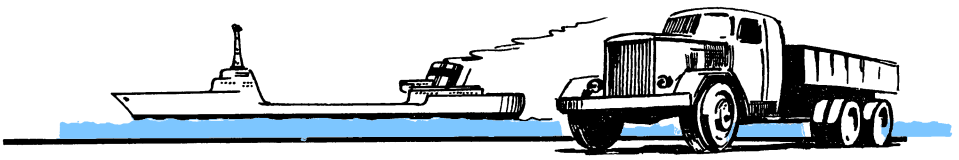
Двухтактные двигатели, казалось бы, выгоднее четырехтактных, потому что на каждый рабочий ход у них приходится не три холостых, а всего один. Однако из-за потерь энергии при продувке, из-за неполноты рабочего хода и по некоторым другим причинам двухтактные двигатели в целом уступают четырехтактным.

На высоких скоростях

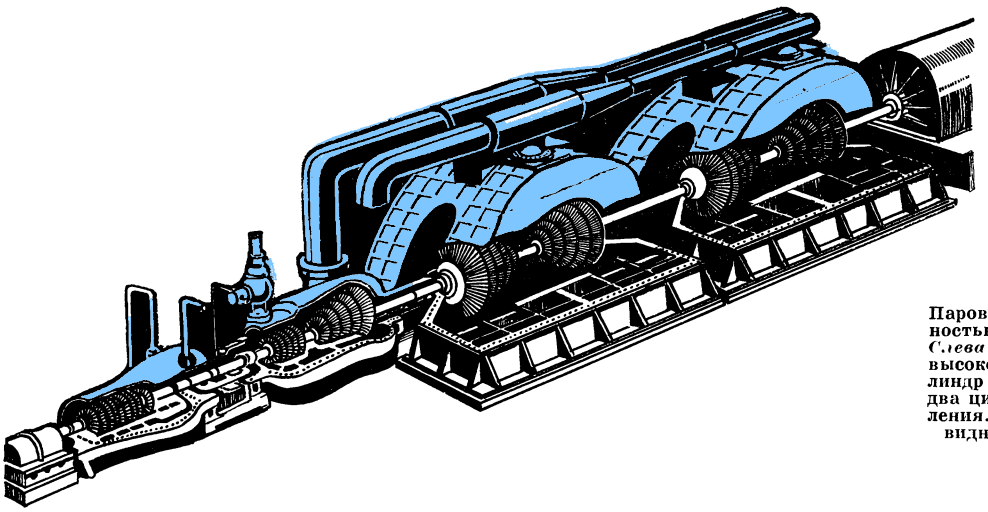
На электростанциях, на многих кораблях и на самолетах действуют тепловые двигатели без поршней — т у р б и н ы. Они бывают паровыми и газовыми.

Вспомним: поршневые двигатели использовали давление пара или газа, т. е. их потенциальную, внутреннюю энергию. Турбины же работают благодаря кинетической, скоростной энергии паровой или газовой струи. Значит, прежде всего нам нужно разогнать пар или газ





Двухтактные дизельные двигатели установлены на кораблях, тяжелых грузовиках и на других машинах. На схеме показано, как рабочий цикл двигателя выполняется за один оборот вала.



Паровая турбина мощностью 500 тыс. *квт*. *Слева направо:* цилиндр высокого давления, цилиндр среднего давления и два цилиндра низкого давления. Справа на рисунке видна часть генератора.

до высокой скорости. Это легче всего сделать, выпуская их из какого-то сосуда, где давление очень высокое, в окружающее пространство через небольшое отверстие.

Чем выше внутреннее давление, тем быстрее помчится пар (мы сначала будем говорить о паровых турбинах). А если к отверстию приставить конический насадок — с о п л о, скорость выходящего пара может стать больше скорости звука. При этом, конечно, давление в паровой струе очень резко упадет. Энергия давления, потенциальная, перейдет в скоростную, кинетическую.

Если теперь струю пара направить на лопатки колеса, сидящего на оси, колесо начнет быстро вращаться. Такая простейшая турбина — она называется а к т и в н о й о д н о в е н е ч н о й — на практике, к сожалению, непригодна. Паровая струя мчится из насадка гораздо быстрее звука — около 1 *км/сек*! Чтобы использовать такую скорость, лопатки турбинного колеса должны проходить в секунду около 500 *м*. Колесо будет при этом вращаться со скоростью 30—40 тыс. *об/мин*. Гигантские центробежные силы просто-напросто разнесут машину!

Колеса современных паровых турбин вращаются со скоростью 3000 *об/мин*. А чтобы полнее использовать энергию пара, турбины делают не с одновенечными рабочими колесами, а с длинными валами — р о т о р а м и — с несколькими рядами лопаток. Каждый ряд лопаток называется р а б о ч и м в е н ц о м. Между венцами вводятся неподвижные д и а ф р а г м ы — тоже ряды лопаток, только укрепленные на внутренних стенках корпуса турбины и не касающиеся ротора. И происходит вот что.

Свежий, «острый» пар из котла под давлением 150—250 *атм* проходит между неподвижными лопатками. Каналы между ними — это сопла. Здесь пар успевает превратить в скорость только часть своего давления. Лопатки первого венца ротора пришли в движение.

Затем пар попадает в каналы первой диафрагмы. Вновь часть его давления переходит в скорость, и эта скорость срабатывается на втором венце. Так повторяется 10—12 раз, пока давление пара станет небольшим.

Но современные турбины часто используют и р е а к т и в н ы й принцип работы. Это значит, что соплами для разгона паровой струи служат не только каналы между лопатками диафрагм, но и каналы между лопатками рабочих венцов ротора. Каждой лопатке рабочих венцов придают форму запятой, и каналы между ними становятся похожими на сопла. Поэтому в реактивной турбине пар одновременно и теряет скорость, отдавая ее лопаткам, и приобретает скоростную энергию за счет потери части давления в соплах рабочих венцов. Всего несколько рабочих венцов — и начальное давление израсходовано плавно и экономно.

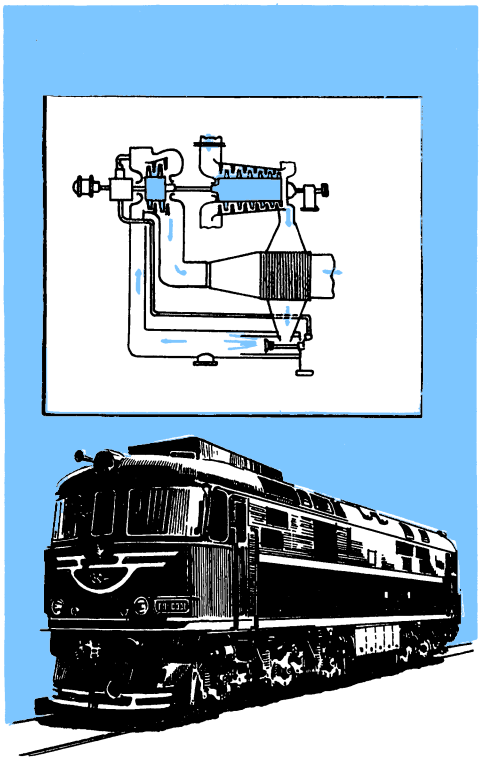
На Харьковском и Ленинградском турбинных заводах строят мощнейшие в мире паровые турбины — на 500 тыс. *квт*. И проектируют еще более мощные — на 750—800 тыс. *квт*. Эти двигатели, разумеется, гораздо сложнее, чем те, о которых мы рассказали.

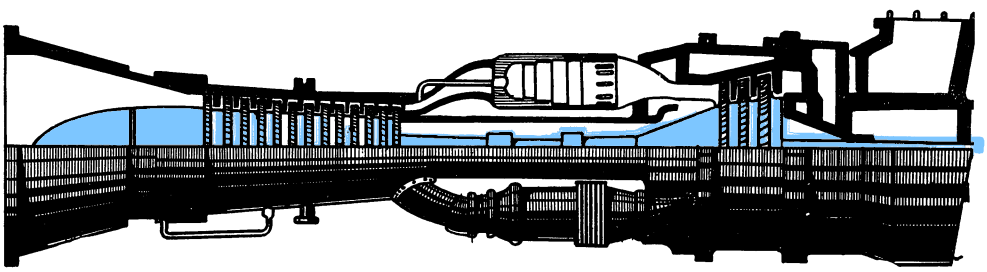
Г а з о в ы е т у р б и н ы по принципу действия стоят близко к реактивным паровым. Но только по принципу, потому что газовая турбина — это двигатель внутреннего сгорания, ей не нужен тяжелый паровой котел.

Важная часть газовой турбины — мощный компрессор. Он всасывает воздух и сжимает его до 10—15 *атм*. Затем сжатый воздух подогревается в теплообменнике отходящими газами и идет в камеру сгорания. Туда же непрерывно подается мелкораспыленное топливо, например керосин. Огонь в камере сгорания бушует все время — топливо горит в воздушной струе. Лишь в начале работы, для запуска, оно поджигается электрической свечой, а потом свечу выключают.

Поток горячих газов идет в сопла и потом на лопатки ротора — обычно на нем не больше трех-четырех рядов лопаток. Отработав на турбине, газы омывают теплообменник, где подогревается сжатый воздух, и покидают турбину.

Двигатели такого типа ставят чаще всего на самолеты. При этом газовая струя, вылетающая из хвостовой части двигателя, дополнительно толкает самолет вперед, создает, как говорят специалисты, реактивную тягу. А главную тягу дает воздушный винт, сидящий на одном валу с турбиной и компрессором. Подобными турбовинтовыми двигателями оснащены, например, такие советские воздушные лайнеры, как ТУ-114, ИЛ-18, АН-10, АН-24.





Вверху—схема газовой турбины, *в середине* — газотурбовоз, *внизу* — двигатель газотурбовоза.

Но инженеры стремятся переселить газовую турбину «с небес на землю» — сделать ее двигателем электростанций, локомотивов-газотурбовозов, морских судов. Она легка, экономична, способна работать даже на дешевом природном горючем газе — все это очень заманчиво. Однако раскаленные газы, несущиеся в турбине с огромной скоростью, быстро изнашивают рабочие лопатки. Предстоит еще трудная работа, прежде чем будет создана мощная, экономичная и долговечная газовая турбина.

Если вы разобрались в том, как работает газовая турбина, то нетрудно понять и действие воздушно-реактивных двигателей. Но в этой статье мы не будем о них рассказывать. И вот почему. Двигатели, о которых здесь говорится, многоцелевые: они могут работать на транспорте, вращать ротор генератора, приводить в движение станок. А реактивные двигатели можно применять только на транспорте. Они могут приводить в движение космический корабль, самолет, автомобиль и т. п. Если такой двигатель закрепить на фундаменте (как, например, паровую машину), он не сможет производить полезную работу. В отличие от остальных двигателей главная его техническая характеристика — сила тяги. Именно поэтому инженеры выделяют их в особую группу, а мы рассказываем о них в разделе «Транспорт» (см. ст. «Реактивные двигатели»).

Вторичные, но на первом месте

Электрические двигатели называют иногда «вторичными», потому что энергию для них надо предварительно выработать с помощью какого-нибудь первичного двигателя и электрического генератора. Но эти бездымные, почти бесшумные, мощные и долговечные двигатели успели занять первое место среди всех других. А в промышленности — на заводах, фабриках, стройках — они господствуют безраздельно.

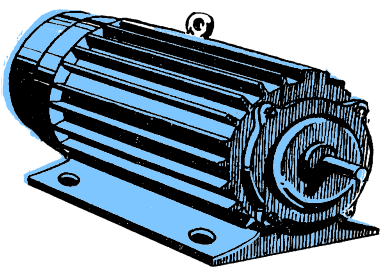
Почти полтора века известно, что провод с током, помещенный между полюсами магнита, начинает двигаться. Если из какого-либо проводника сделать рамку и пустить ток по ее контуру, рамка повернется на 90°. Что ж, возьмем много таких рамок, натянем на общий барабан, а вокруг поставим сильные магниты. Это и будет электродвигатель постоянного тока. Барабан называют я к о р е м, а концы рамок — витков — присоединяют к распределительному устройству — к о л л е к т о р у — на валу якоря. Коллектор — это набор изолированных друг от друга пластин, которые во время вращения вала поочередно касаются двух неподвижных металлических щеток. По щеткам к пластинам коллектора подводится постоянный ток. Он проходит по рамке в тот момент, когда щетки касаются соединенных с нею пластин коллектора. А потом вместе с якорем коллектор поворачивается, к щеткам подходят две другие пластины, и ток получает следующая рамка.

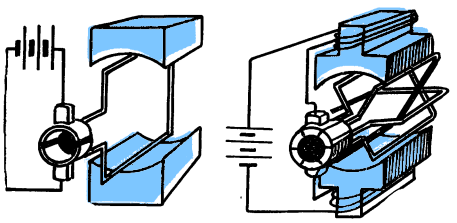
Электродвигатели постоянного тока могут быстро набирать скорость вращения вала и менять ее по нашему усмотрению. Они легко дают «задний ход» — начинают вращаться в обратную сторону. Могучие и быстроходные советские электровозы, поезда метро и электропоезда оснащены только такими двигателями.

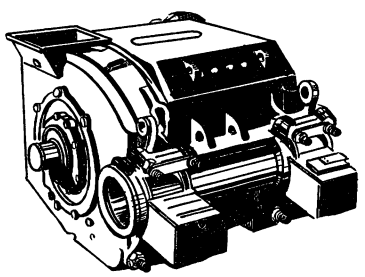
Но электростанции, как правило, вырабатывают не постоянный ток, а переменный. Чтобы питать им коллекторный электродвигатель, ток нужно выпрямить, превратить в постоянный. Это довольно сложное дело. Нельзя ли создать электромоторы переменного тока?

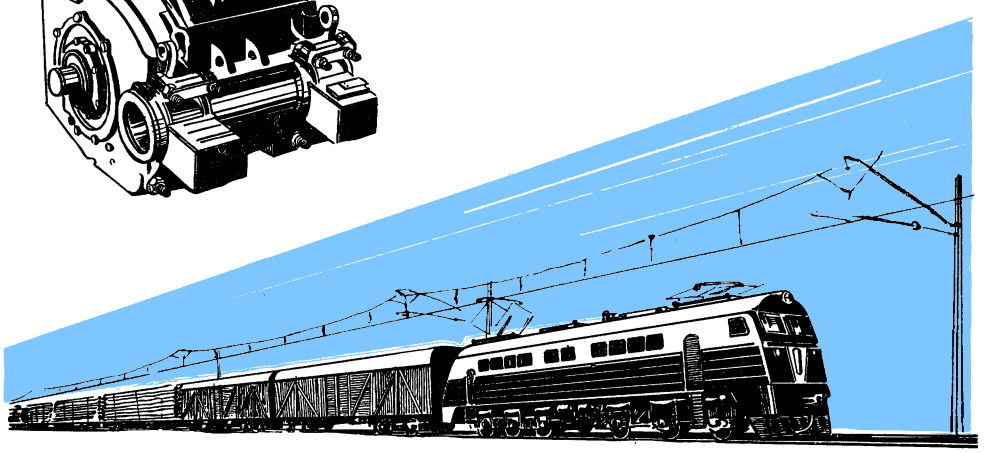
Можно, и они уже давно созданы. В таких моторах неподвижная часть (корпус) называется с т а т о р о м. На внутренней поверхности статора — три обмотки, три отдельные катушки с проводами, расположенные под углом 120° одна к другой.

Когда через такую обмотку пропускают ток, она становится электромагнитом. Катушки









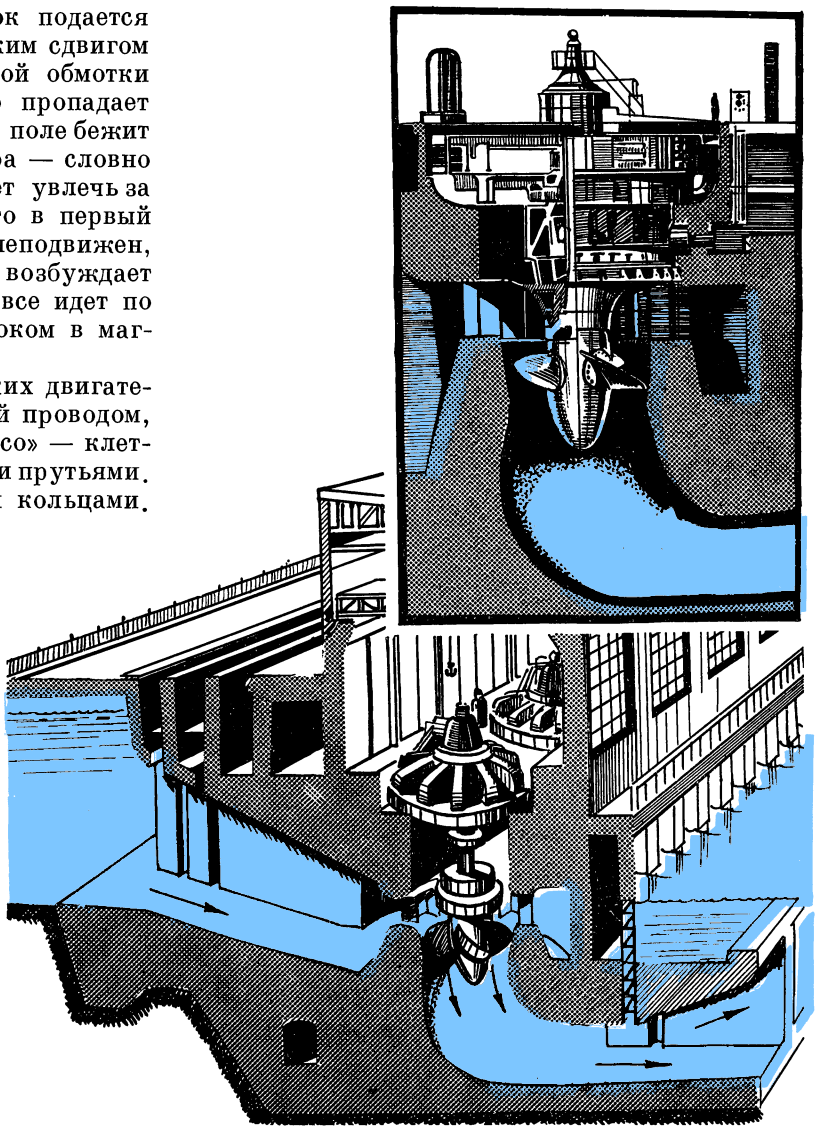
Электродвигатели. ***Вверху*** — двигатель переменного тока; ***внизу*** — двигатель постоянного тока; ***в середине*** — упрощенная схема двигателя постоянного тока: одна рамка с током между полюсами магнита и несколько таких рамок, образующих обмотки якоря.

соединены так, что переменный ток подается в них не одновременно, а с маленьким сдвигом по времени. Магнитное поле каждой обмотки то усиливается, то ослабевает, то пропадает совсем. Получается, что магнитное поле бежит по внутренней поверхности статора — словно вращается внутри него. Оно может увлечь за собой любой проводник, потому что в первый момент, когда проводник еще неподвижен, вихрь магнитных силовых линий возбуждает в нем электрический ток. А далее все идет по законам движения проводника с током в магнитном поле.

В качестве подвижной части таких двигателей можно взять ротор, обмотанный проводом, но еще лучше сделать «беличье колесо» — клетку в виде цилиндра с параллельными прутьями. Концы прутьев соединяют медными кольцами.

В обмотку статора дают переменный ток; возникает вращающееся магнитное поле. Следом за ним начинает вращаться и «беличье колесо», совершая работу. Но скорость ротора никогда не достигает скорости вращения магнитного поля, он всегда немного отстает, магнитное поле как бы «скользит» вокруг ротора. Без такого скольжения невозможна работа двигателя, так как в роторе не будут индуктироваться токи, необходимые для движения в магнитном поле. Поэтому двигатели этого типа, созданные в 1889 г. русским ученым М. О. Доливо-Добровольским, названы а с и н х р о н н ы м и (это значит «неодновременные»).

По к. п. д. электродвигатели не имеют равных: больше 90% подведенной электроэнергии они превращают в полезную работу. Правда, не нужно забывать, что двигатели эти все-таки вторичные, а при выработке для них электрической энергии тоже неизбежны энергетические потери.



Такие гидротурбины приводят во вращение роторы гидрогенераторов. *Вверху* — разрез одного агрегата. Вода вращает рабочее колесо с лопастями, его вращение передается через вал ротору генератора.

Рождающие ток

Нам осталось выяснить, какие машины вырабатывают электрический ток для двигателей, для освещения, для других целей.

Эти машины — г е н е р а т о р ы п о с т о я н н о г о и п е р е м е н н о г о т о к а. Они очень похожи по устройству на те же электродвигатели. Мало того, вращайте каким-либо посторонним двигателем якорь электромотора постоянного тока, и он начнет давать ток — сделается генератором. В самом деле, если принудительно двигать проводник в магнитном поле, то в проводнике наведется (индуктируется) ток. Но по техническим соображениям генераторы переменного тока строят немного иначе, чем двигатели.

Возьмем для примера генератор переменного тока крупной тепловой электростанции.

Его статор имеет внутри обмотку—именно в ней при работе возникает электрический ток. А ротор представляет собой цилиндр с двумя магнитными полюсами — северным и южным. Если намагнитить ротор (для этого достаточно пропустить в полюсные обмотки постоянный ток от постороннего источника) и затем привести его во вращение, в обмотке статора появится переменный ток. Для возбуждения ротора чаще всего применяют отдельный небольшой генератор постоянного тока. Этот генератор «надевают» прямо на вал ротора. В самое последнее время в нашей стране разработана другая конструкция: вместо генератора-возбудителя действуют полупроводниковые выпрямители тока. Они отбирают ничтожную часть энергии самого генератора, выпрямляют переменный ток и полученным постоянным током питают обмотку ротора.

В Советском Союзе и во всей Европе принята частота переменного тока, равная 50 периодам в секунду. Иными словами, ток в течение секунды должен 50 раз течь в одну сторону и столько же в другую. Значит, и ротор генератора должен делать в секунду ровно 50 оборотов. В минуту это составит 3 тыс. оборотов. С такой скоростью и работают генераторы тепловых электростанций: их приводят в движение турбины, специально рассчитанные на такой ход.

А на гидроэлектростанциях? Там, особенно при небольшом напоре падающей воды, гидротурбины приходится делать очень крупными, иначе не получишь нужной мощности. Такую турбину нельзя раскрутить ни до 3000, ни даже до 1000 или 500 *об/мин* — многотонная махина лопнет от гигантских центробежных сил. Современные мощные гидротурбины делают не больше 100 *об/мин*. Как тут быть с генератором?

Выход найден. Ротор гидротурбогенератора — это «лепешка», колесо очень большого диаметра. И на своей окружности такое колесо несет не одну пару магнитных полюсов, а много пар — до 120. По форме ротора делается и статор. Его обмотка — это ряд проводников, соединенных последовательно, в непрерывную цепочку. Проносясь мимо проводников статора, полюсы наводят в них электродвижущую силу. Это происходит так же часто, как в генераторе тепловой станции, где скорость вращения 3 тыс. *об/мин*. Поэтому частота 50 периодов в секунду сохраняется и здесь.

Мощность современных электрических генераторов в нашей стране огромна—до 500 тыс. *квт* (проектируются и более мощные). Четыре таких генератора (их строят в нашей стране для Красноярской и других сверхмощных ГЭС) могут дать столько энергии, сколько было намечено ленинским планом ГОЭЛРО для всей России.

■

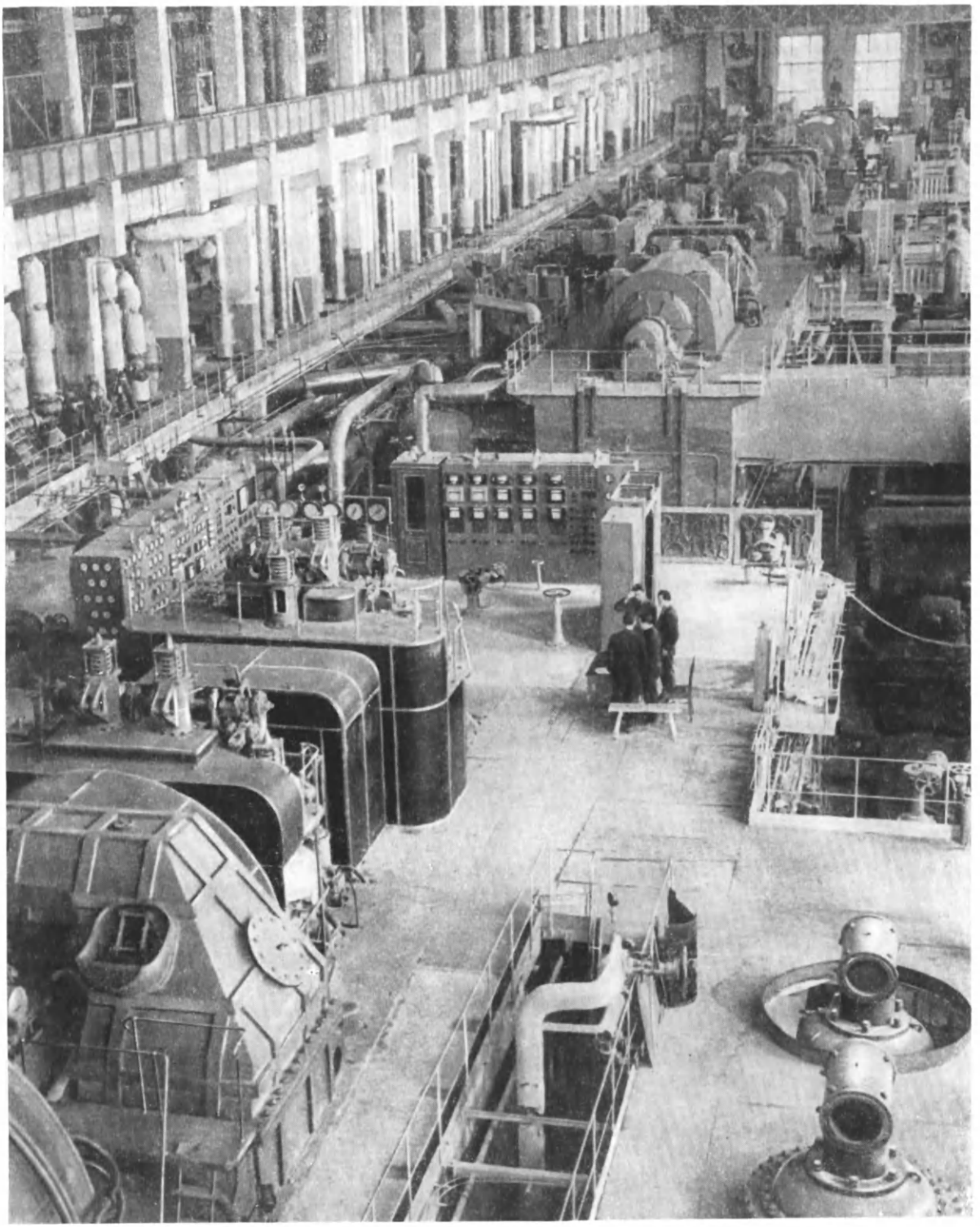
ФАБРИКА ЭЛЕКТРИЧЕСТВА И ТЕПЛА

Около $^4/_5$ всей электроэнергии, вырабатываемой в нашей стране, приходится на долю тепловых электростанций. Эти электростанции работают на каменном угле, торфе, сланцах или природном газе. Посмотрим, например, как работает современная электростанция на каменноугольном топливе.

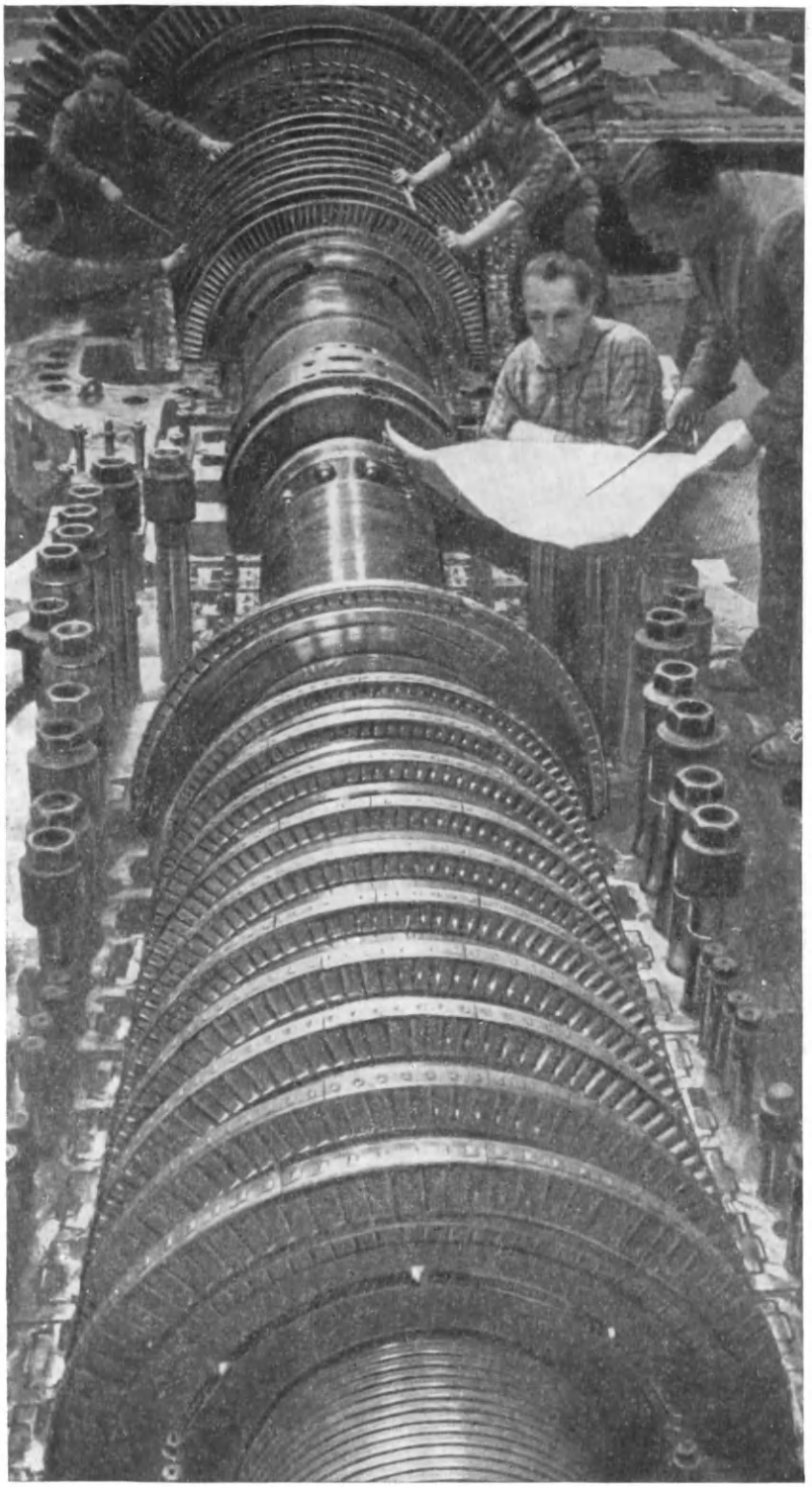
Каменный уголь привозят по железной дороге, выгружают из вагонов и размещают на большом угольном складе. Крупные куски угля горят плохо и медленно. Значительно лучше сгорает угольная пыль. Поэтому сначала зубастые дробилки «разгрызают» уголь на мелкие куски, а потом в шаровых мельницах тяжелые стальные шары превращают их в мельчайшую пыль. Потоком горячего воздуха эта пыль вдувается в топку парового котла через специальные г о р е л к и. Сгорая на лету, угольная пыль превращается в яркий факел пламени с температурой до 1500°. Пламя нагревает воду в тонких т р у б к а х, которыми покрыты изнутри боковые стенки котельной топки, а раскаленные топочные газы устремляются по дымоходу. Они встречают сначала кипятильные трубки, превращая в пар уже нагретую пламенем воду. Затем газы подают в специальное устройство — э к о н о м а й з е р, подогревая в нем холодную воду, пополняющую запасы воды в котле, и, наконец,—в п о д о г р е в а т е л ь в о з д у х а. В нем нагревается воздух, поступающий в горелки котлов вместе с угольной пылью.

Уголь хорошо горит, если в топке сильная тяга. Неплохую тягу дает высокая труба элект-

МАШИННЫЙ ЗАЛ КУРГАНСКОЙ ТЭЦ



Около $^4/_5$ всей электроэнергии, вырабатываемой в нашей стране, приходится на долю тепловых электростанций.



Мощная паровая турбина состоит из множества рабочих колес, которым пар отдает свою энергию. На снимке: сборка роторов паровой турбины.

ростанции. Но для огромных современных котлов этого мало — приходится дополнительно устанавливать мощные вентиляторы-дымососы.

Дымовые газы несут в себе много золы. Чтобы не загрязнять воздух, газы очищают в специальных золоуловителях, а золу увозят на золовые отвалы.

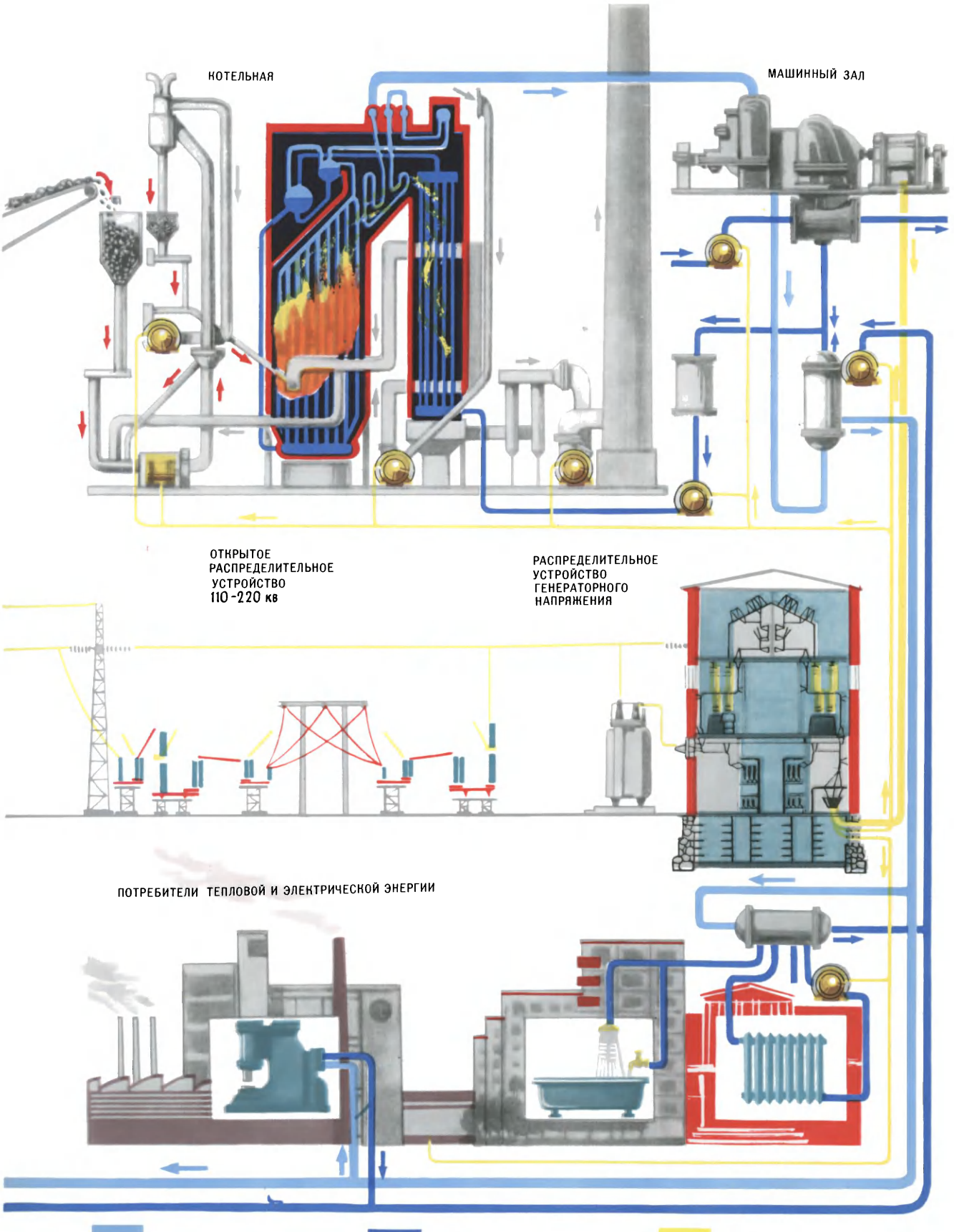
Видите, как много различных механизмов потребовалось только для того, чтобы топливо хорошо сгорало. Но они себя оправдали: 90% тепла, заключенного в угле, превратилось в энергию пара, и лишь 10% пропало без пользы — его унесли с собой дымовые газы и зола.

Итак, путь топлива окончен — оно сгорело, передав тепло воде. Вода в котле нагрелась и превратилась в пар. Но этот пар еще нельзя пускать в турбину: он недостаточно горяч и, остывая, быстро превратится в капельки воды. Поэтому пар прежде всего попадет в змеевики пароперегревателя, расположенного в дымоходе между кипятильными трубками и экономайзером. Там пар дополнительно нагревается до очень высокой температуры — в некоторых котлах до 500—600° при давлении 150—250 *атм*.

Такой сжатый и перегретый пар по паропроводам направляется в турбины. А турбины на электростанциях бывают различными как по мощности, так и по устройству. Есть маленькие одноступенчатые турбины мощностью в десятки киловатт, а есть многоступенчатые турбины-гиганты мощностью 300 тыс. *квт*. Сейчас конструкторы разрабатывают еще более крупные турбины — мощностью 500 и 800 тыс. и даже 1,5 млн. *квт*. Об устройстве и работе паровых

Схема работы теплоэлектроцентрали. →

СХЕМА РАБОТЫ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17

турбин подробно рассказано в статье «Двигатели и генераторы», поэтому здесь мы сразу перейдем к последующему этапу: посмотрим, что же будет с паром после того, как он отдаст свою энергию колесам турбин.

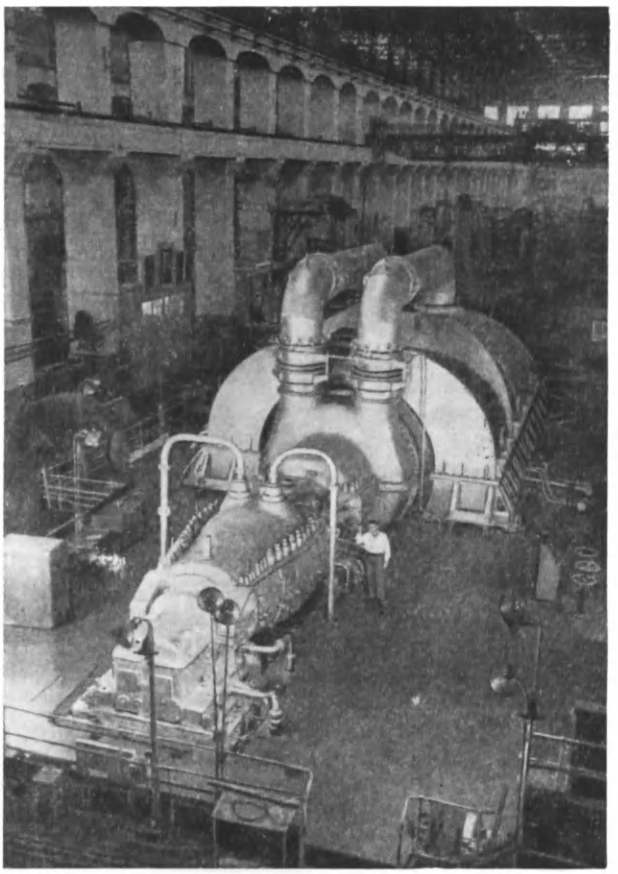
Чем выше температура и давление пара на входе в турбину и чем ниже они на выходе, тем больше энергии пара использует турбина. Чтобы снизить температуру и давление пара на выходе из турбины, его не выпускают в воздух, а направляют в конденсатор. Внутри конденсатора по тонким латунным трубкам непрерывно циркулирует холодная вода. Она охлаждает пар и превращает его в воду, называемую конденсатом. От этого давление в конденсаторе становится в 10—15 раз меньше атмосферного.

Итак, обессиленный пар заканчивает свой путь, превратившись в конденсат — очень чистую воду, почти не содержащую вредных химических или механических примесей. Такая очищенная вода очень нужна котлам, поэтому конденсат при помощи специальных питательных насосов вновь возвращают в котел.

Как видите, вода и пар на электростанции совершают движение по замкнутому кругу, как бы перенося энергию от топлива к паровым турбинам.

Обычно мощная паровая турбина имеет скорость 3 тыс. *об/мин*, и ее вал прямо соединен с валом электрического генератора, который вырабатывает трехфазный переменный ток частотой 50 периодов в секунду и напряжением 10—15 тыс. *в*. Электрическая энергия — главная «продукция» электростанции. Что же происходит с ней дальше?

На большинстве электростанций электрическая энергия делится на три потока. Часть ее направляется по кабельным линиям к различным потребителям, расположенным неподалеку. Другая, очень небольшая часть (до 8%) идет для собственных нужд в распределительное устройство, от которого питаются электрические двигатели всех механизмов самой станции — транспортеров, мельниц, вентиляторов, насосов и т. д.



Паровая турбина мощностью 300 тыс. *квт* на заводском испытательном стенде Харьковского турбинного завода.

Бóльшая же часть электроэнергии предназначается для городов и заводов, находящихся за десятки и сотни километров от станции. На такие расстояния электроэнергию передают по высоковольтным линиям при напряжении 110, 220, 400, 500 и даже 800 тыс. *в*. Для этого на электростанции есть повышающая трансформаторная подстанция и распределительное устройство высокого напряжения. От него к городам и заводам расходятся высоковольтные линии электропередач.

Мы познакомились с тепловой электрической станцией, которая называется конденсационной, потому что весь пар, прошедший через турбины, попадает в конденсатор. От такой электростанции получают только электрический ток. Но ведь повсюду нужен и пар, чтобы приводить в движение паровые молоты

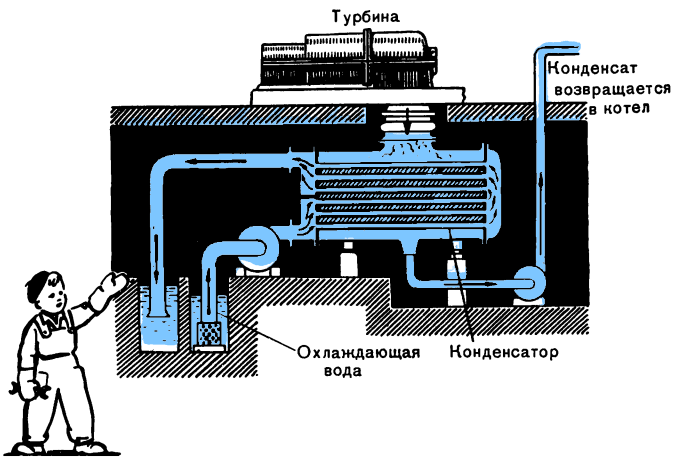
Паровой котел теплоэлектроцентрали: *1* — бункер для кускового угля; *2* — мельницы для приготовления угольной пыли; *3* — воздуховод для подачи в топку вместе с угольной пылью подогретого воздуха; *4* — воздухонагреватель; *5* — воздуховоды; *6* — вентилятор, прогоняющий воздух через воздухонагреватели; *7* — топочное пространство, заполненное экранными трубками; *8* — кипятильные трубки; *9* — пароперегреватель; *10* — экономайзер для подогрева воды; *11* — трубы, по которым в котел поступает вода; *12* — главный трубопровод для подачи пара к турбинам; *13* — барабан котла; *14* — бак с очищенной водой, предназначенной для возмещения потерь конденсата; *15* — паровая турбина; *16* — конденсатор; *17* — турбогенератор.

и прессы, сушить различные материалы. Пар и горячая вода необходимы баням, прачечным, столовым, а сколько горячей воды надо для отопления квартир в большом городе!

Готовить пар и горячую воду в небольших заводских и коммунальных котельных невыгодно, значительно лучше получать их с крупных тепловых электрических станций. Для этого на электростанциях устанавливают специальные теплофикационные турбины. Они состоят из двух частей — цилиндров высокого и низкого давления. Отрабатывает пар в цилиндре высокого давления, а в цилиндр низкого давления поступает уже только часть пара. Другую часть из турбины отбирают и направляют в теплообменник. Там турбинный пар (он ведь очень горячий) нагревает воду и превращает ее во вторичный пар. Турбинный пар идет потом своей дорогой в конденсатор электростанции, а вторичный пар отправляется в города и на заводы. В городе часть вторичного пара попадает в специальные теплообъемники — бойлеры — и нагревает в них воду для отопления помещений и бытовых нужд в жилых домах. Так тепло от электростанции попадает к нам в квартиры.

Тепловые электростанции, которые дают одновременно электрическую энергию и тепло, называются теплоэлектроцентралями (ТЭЦ).

Конденсационные тепловые электростанции выгодно строить вблизи угольных месторождений или торфяных болот, если есть рядом подходящие водоемы. Пусть даже такая станция будет далеко от городов и заводов — все равно электрический ток передать по проводам проще и выгоднее, чем возить топливо, особенно низкокалорийное, — торф, бурый уголь и т. д.



Из турбины пар поступает в конденсатор, где, охлаждаясь, превращается в воду.

Зато возле городов и крупных заводов выгоднее строить теплоэлектроцентрали. Они будут снабжать город и теплом, и электрической энергией. Исчезнут маленькие котельные на заводах и в жилых домах. А если ТЭЦ будут работать на природном газе, тогда не понадобятся и составы с углем, и угольные склады. Исчезнут угольная пыль и дым, чище станет воздух.

В нашей стране строится много заводов и фабрик, шахт и рудников, растут новые города. Чтобы вовремя обеспечить их электроэнергией, сооружаются новые электростанции. Построить тепловую электростанцию значительно проще, быстрее и дешевле, чем соорудить гидроэлектростанцию с плотиной на большой реке, поэтому сейчас строят преимущественно тепловые электростанции, мощность которых в ряде случаев достигает 2—3 млн. *квт*.

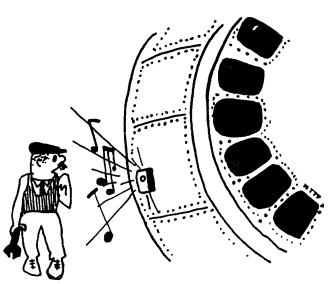
РАДИОПЕРЕДАТЧИК «ВЫСЛУШИВАЕТ» МАШИНУ

Своевременная проверка температурного состояния турбогенераторов очень важное дело. Не заметишь вовремя, машина может перегреться и выйти из строя. Лучше всего, конечно, проверять температуру машины каким-нибудь точным аппаратом. Но до недавнего времени таких аппаратов не было.

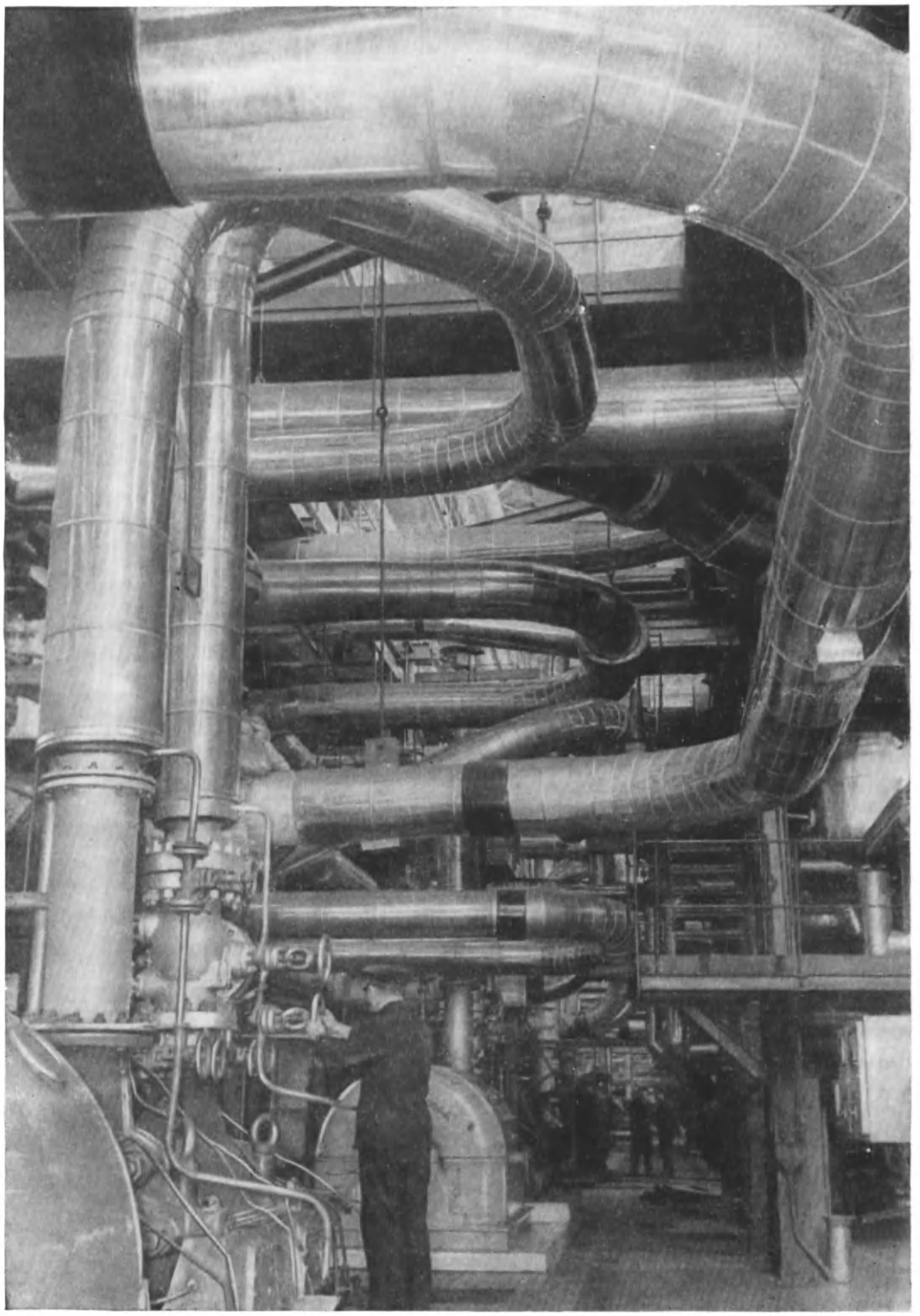
Польским инженерам с Вроцлавского завода радио- и электрооборудования удалось создать аппарат для проверки температурного состояния турбогенераторов. Это транзисторный радиопередатчик с электродатчиками. Он очень маленький: 15 × 12 × 3 *мм*. Также незначителен и вес его — 25 *г*. Этот поистине лилипут обладает мощностью в 50 микроватт.

Электродатчики транзисторного радиопередатчика «выслушивают» работающие турбогенераторы и с неукоснительной точностью сообщают о своих наблюдениях радиопередатчику. А транзистор в свою очередь передает полученные сведения о процессах, происходящих в генераторах, людям.

Так радиоэлектроника помогает монтерам, техникам, инженерам сохранять правильный режим работы турбогенераторов.



В ЗАЛЕ НАСОСОВ ОДНОЙ ИЗ МОСКОВСКИХ ТЭЦ



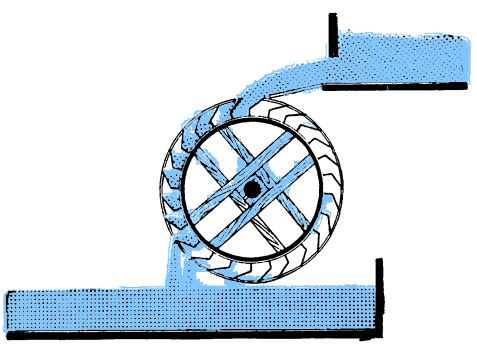
КАК РАБОТАЕТ ГЭС

Люди давно научились использовать энергию движущейся воды. Если до половины погрузить в реку колесо с лопастями на ободе, то оно начнет вращаться, потому что вода будет увлекать за собой нижние лопасти колеса. Примерно так работали (и кое-где работают до сих пор) водяные мельницы. Водяное колесо в них насажено на вал жернова. Вращает вода колесо — вращается и жернов, мелет зерно.

Но вот сто с лишним лет назад появился более совершенный водяной двигатель — гидравлическая турбина (сокращенно — гидротурбина). Появились генераторы, превращающие механическую работу в электрическую энергию (см. ст. «Двигатели и генераторы»). И к концу XIX в. началось сооружение гидроэлектрических станций — ГЭС.

Прямо в русле реки, даже с быстрым течением, ставить турбины нельзя: у реки не хватает силы проворачивать тяжелую турбину. Другое дело на водопадах: там вода стремительно летит вниз, у нее большой напор.

Но водопадов не так много, да и не очень удобно ставить возле них турбины. Поэтому придуманы искусственные водяные «ступеньки» — плотины. Если перегородить реку прочной плотиной, а в теле плотины оставить только небольшое отверстие, то вся вода, что есть в реке, должна будет протекать через это отверстие. Значит, перед плотиной река поднимется и разольется, а за плотиной останется на прежнем уровне. Появится разница уровней, возникнет напор воды.



Напор создается разностью уровней воды. Поэтому говорят, что водяное колесо вращается под напором в столько-то метров.

Поставим у отверстия плотины гидротурбину — и она начнет вращаться, используя напор воды. Соединим турбину с генератором — его ротор тоже придет в движение, в обмотке статора появится ток.

Заметьте: напор перед плотиной сохраняется круглый год, потому что вода запасается в водохранилище, искусственном море, и стекает равномерно, хотя зимой и летом река несет меньше воды, а осенью и весной — больше.

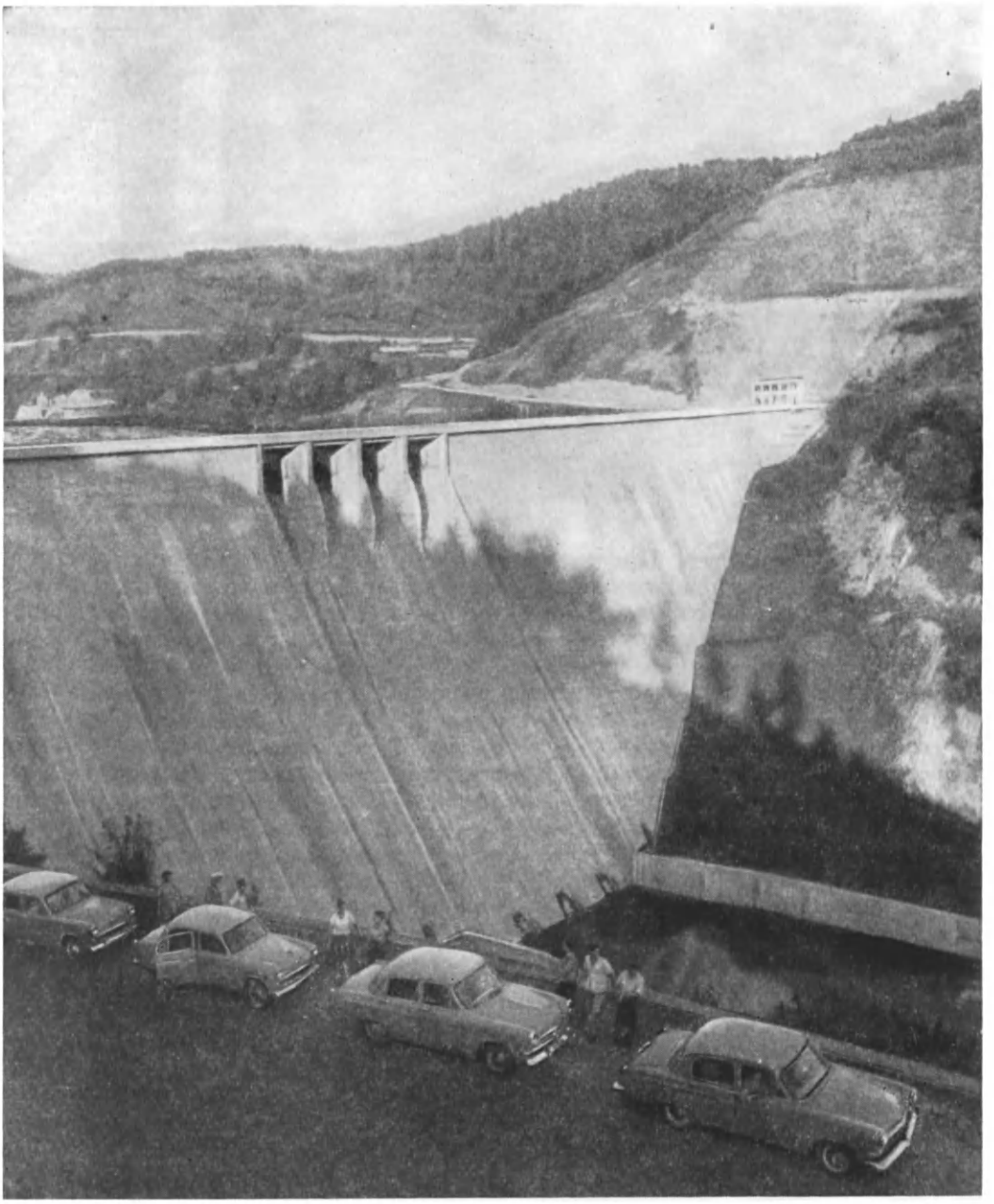
Впрочем, есть и гидроэлектростанции без плотин. Скажем, на горных реках, — если плотины получаются очень высокими и дорогими. В этих случаях воду из реки подводят к электростанциям каналом или тоннелем, что называется деривацией. В конце деривации строят здание ГЭС и соединяют трубами канал и гидроэлектростанцию. Теперь часть воды идет по своему руслу, а часть совершает такой маршрут: канал — трубы — турбины ГЭС — русло. Конечно, все это самотеком, потому что канал начинается гораздо выше ГЭС, а впадает обратно в реку ниже.

Принцип работы любой ГЭС прост. Но устройство ее, конечно, не простое. Современная ГЭС — сложное предприятие, насыщенное разнообразными автоматами. Недаром здание машинного зала, плотину, шлюзы, трансформаторные станции, рыбоподъемники называют общим словом гидроузел.

Плотину строят из *земли* или *железобетона*. Очень часто земля и железобетон работают рука об руку: там, где надо просто удержать воду, можно применить землю, а для водосливов, турбинных камер и вообще «активных» участков плотины нужен железобетон. В теле плотины на заранее рассчитанной высоте делают окна для пропуска воды во время паводка, иначе вода прорвала бы плотину. В остальное время окна закрыты стальными щитами.

Иногда, если нет надобности строить плотину очень высокой, ее делают ниже уровня максимального подъема воды во время паводка. И тогда каждую весну излишняя вода просто-напросто переливается через водосливный участок гребня плотины.

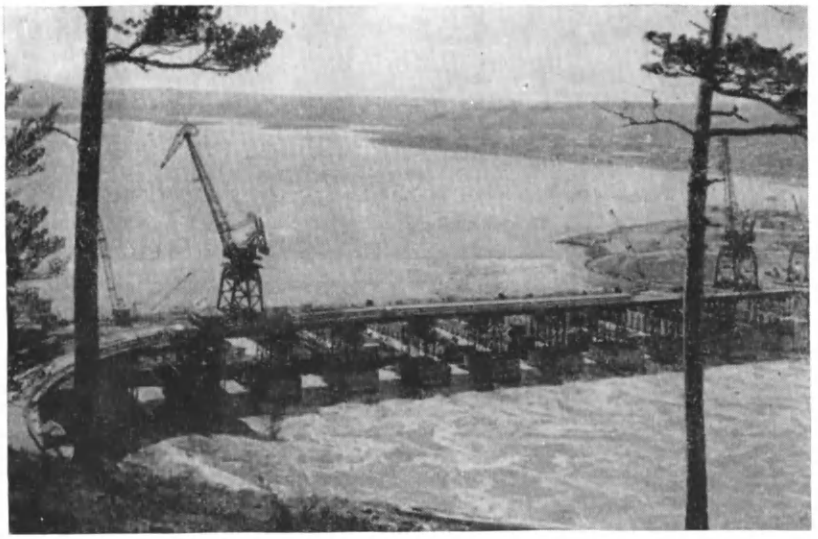
В подводной части плотины проложены трубы для подвода воды к турбинам. Они прикрыты решетками, улавливающими камни, поленья, ветки. В трубах устроены затворы.

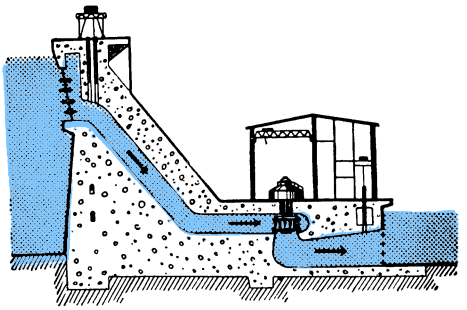


Плотина Биказ на реке Бистрице (Румынская Народная Республика).

Нажим кнопки — и путь воде закрыт. Это нужно при остановках турбины.

Поток воды под напором входит в трубу и отсюда в спиральную камеру, напоминающую улитку. Двигаясь внутри камеры все ближе и ближе к центру, водяная масса закручивается. А в центре камеры — колесо турбины. Но вода не сразу попадает на колесо, потому что оно обнесено «забором»— крепкими стальными лопатками, направляющими воду (направляющим аппаратом). Каждая лопатка может поворачиваться на своей оси. Повернутся лопатки так, что плотно сомкнутся одна с другой,— и вода





Напор, созданный плотиной, заставляет вращаться турбинное колесо, а с ним вместе и ротор генератора. По такой схеме построена, например, Братская ГЭС, панораму которой вы видите на снимке.

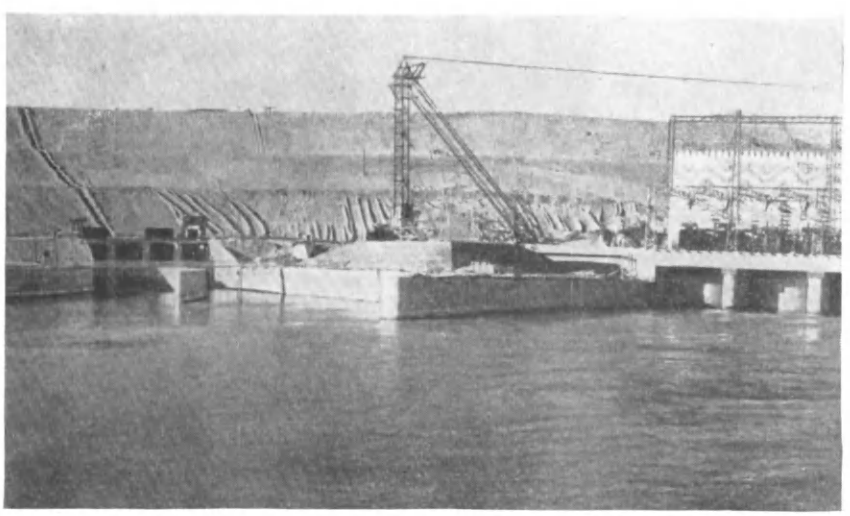
в турбину не пройдет. Приоткроются чуть-чуть — воды пойдет немного. А станут по движению воды — она почти беспрепятственно будет проникать в турбину. Это, как говорят энергетики, режим полной нагрузки.

Но вот вода прошла сквозь направляющий аппарат. На ее пути — л о п а с т и рабочего колеса турбины. Понятно, что вода заставит лопасти двигаться, отдаст им свою энергию. А этого нам только и надо. Вода вращает турбину!

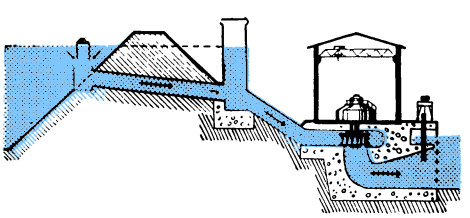
Теперь воде нужно уйти. Куда? Опять в трубу, но только в другую — о т с а с ы в а ю щ у ю. Очень важно, чтобы вода шла по этой трубе спокойно, без вихрей и препятствий, тогда турбина будет хорошо использовать напор. Поэтому отсасывающие трубы делают гладкими и немного расширяющимися к нижнему концу. Из этого открытого конца вода вытекает в русло реки и уходит по течению.

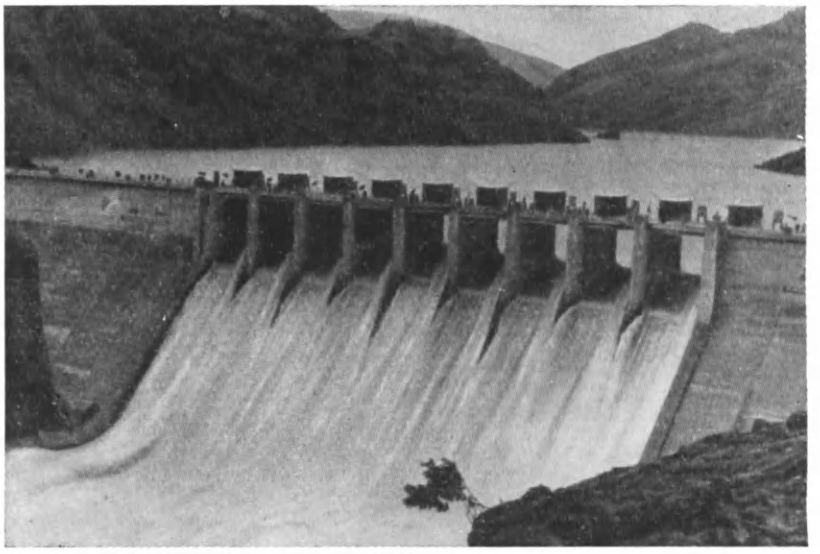
Не всегда турбины находятся в теле плотины или поблизости от нее. Иногда воду под напором подают из водохранилища к турбинам по длинным трубам или тоннелям. Так будет, например, на ГЭС при высотной Асуанской плотине на р. Ниле.

Итак, рабочее колесо турбины вращается. С ним вращается и вал, связывающий рабочее колесо с ротором электрической машины — г е н е р а т о р а п е р е м е н н о г о т о к а.

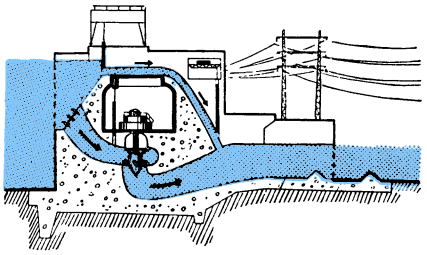


Мингечаурская ГЭС на реке Куре (*Азербайджанская ССР*). *Справа внизу* — схема гидроэлектростанции с земляной плотиной.





Железобетонная плотина. В ее теле турбины и генераторы. Рядом на фотографии: ГЭС на реке Арде (Народная Республика Болгария).



Генератор вырабатывает переменный ток напряжением от 10 до 18 тыс. *в*.

Но, оказывается, электроэнергию в таком виде невыгодно передавать на большие расстояния. Вот если повысить напряжение в 10—15 раз, тогда другое дело: сила тока упадет, и он, проходя по проводам, будет меньше нагревать их. Станет меньше потерь, не понадобятся толстые и тяжелые провода.

Напряжение повышают на электростанции простые приборы — т р а н с ф о р м а т о р ы. Это стержни-сердечники, собранные из тонких листов мягкой стали. На каждом — две обмотки: одна с небольшим числом витков толстой медной проволоки, вторая с немногочисленными витками более тонкого провода. Мы подаем напряжение, скажем, в 10 тыс. *в* на первичную обмотку, а со вторичной получаем сразу 100 или 200 тыс. *в* — во столько раз больше, во сколько больше витков на вторичной обмотке. Чтобы трансформаторы не сильно нагревались при работе, их погружают в баки с жидким маслом, хорошо отводящим тепло. Итак, чем выше напряжение (и, значит, меньше сила тока), тем выгоднее передавать энергию.

Наши крупные ГЭС не имеют равных в мире по мощности. Совсем недавно чемпионом была Волжская ГЭС им. XXII партсъезда—2 млн. 350 тыс. *квт*. Сейчас пальму мирового первенства держит Братская ГЭС — четыре с половиной миллиона. А скоро войдет в строй Красноярский энергетический гигант — станция мощностью в 5 млн. *квт*.

Вспомним, что турбины прославленного Днепрогэса имеют общую мощность в 650 тыс. *квт*, и тогда особенно яркой станет такая цифра: на р. Лене предполагается соорудить гидроузел с электростанцией в 20 млн. *квт*.

Советские ученые и конструкторы непрерывно ищут новые способы быстрого строительства ГЭС, создают для них необыкновенные машины. Есть предложение, например, перегораживать реку сомкнутыми кольцами, составленными из железобетонных труб, а внутри колец помещать турбины, генераторы и т. д. Расчеты показали, что это экономнее, проще и легче. Советские инженеры изобрели турбину двойного действия: под напором воды одно из ее рабочих колес вращается вправо, другое влево. Это дает скачок быстроходности и большую экономию металла.

...Шагают по стране стальные и бетонные мачты-опоры. Несут на своих плечах провода с дешевой электроэнергией, «выловленной» из рек умом и волей человека.

■

АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Энергия вокруг нас

Вы уже знаете, что самая удобная энергия электрическая. Нашу страну перепоясывают линии высоковольтных передач, появляются все новые и новые электростанции. До сих пор электричество вырабатывали только тепловые и гидравлические станции. Вы уже прочитали об их работе. А в 1954 г. появилось еще одно название — атомная электростанция (АЭС). В основу этого нового типа электростанций легли теоретические и экспериментальные работы советских ученых во главе с акад. И. В. Курчатовым.

Ученые давно указывали, что в ядрах атомов скрыты поистине сказочные запасы энергии, которую можно освободить. Но человечество получило первую крошечную часть этих запасов совсем недавно — в конце 30-х годов нашего столетия. Оказалось, что ядра тяжелых элементов — урана и тория, сталкиваясь с нейтральными частицами — нейтронами, распадаются на осколки. Разлетаясь с огромной скоростью, эти осколки могут передать веществу, в котором они движутся, часть своей энергии. При делении появляются новые нейтроны. Они вызывают распад ядер других атомов. Так может возникнуть цепная реакция.

На этой основе была сконструирована атомная (правильнее было бы говорить «ядерная») бомба. В ней внутриядерная энергия освобождается мгновенно — со страшным взрывом. Но ученые выяснили, что можно построить установки, в которых ядерная энергия будет выделяться замедленно. Называются такие устройства атомными котлами или ядерными реакторами, а протекающие в них реакции — управляемыми.

Если паровые котлы и двигатели внутреннего сгорания сжигают тонны горючего, то атомные реакторы такой же мощности расходуют не тонны, а граммы. А в природе этого горючего достаточно — разведанные запасы урана и тория в 20 раз превосходят по количеству скрытой в них энергии все известные мировые запасы угля и нефти.

«Сердце» АЭС

Единственное, что нам не покажут на действующей атомной электростанции,— это реактор. Потому что атомный котел скрыт за тяжелой бетонной и водяной защитой. Его опасное излучение не должно достигать людей. А по реакторному залу можно прогуляться. Можно даже наступить на плиту, под которой расположен атомный котел,— между нашими ногами и реактором находится толстая бетонная кладка или мощный слой воды.

Реактор состоит из следующих главных частей.

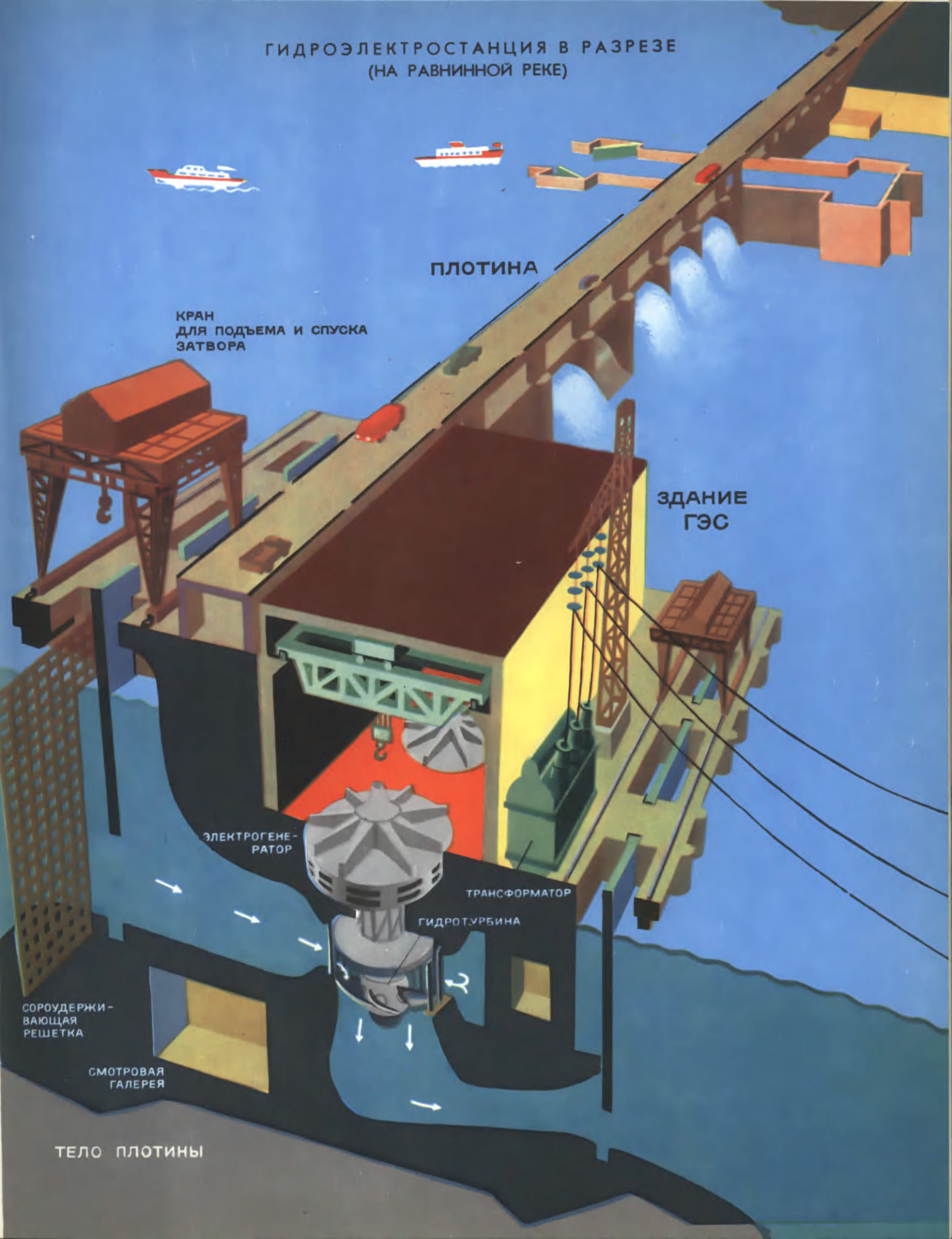
Во-первых, это ядерное топливо — чаще всего обычный или обогащенный уран. В реактор его помещают в виде тонких длинных стержней. Природный уран состоит из смеси двух уранов, двух изотопов с атомными весами в 235 и 238 единиц (U-235 и U-238).

Ядра урана-238 капризны. Для деления им нужны нейтроны только очень высоких энергий. А нейтроны, рождающиеся при делении, быстро теряют скорость; такие нейтроны уран-238 может только захватить без всякой пользы — захватить и не разделиться. Зато урану-235 «по сердцу» нейтроны медленные. Чем медленнее, тем лучше. Но в природном уране всего лишь 0,7% урана-235. Поэтому ядерное топливо приходится обогащать, искусственно увеличивать этот процент. Обогащенное топливо, конечно, дороже, потому что искусственное обогащение — дело сложное.

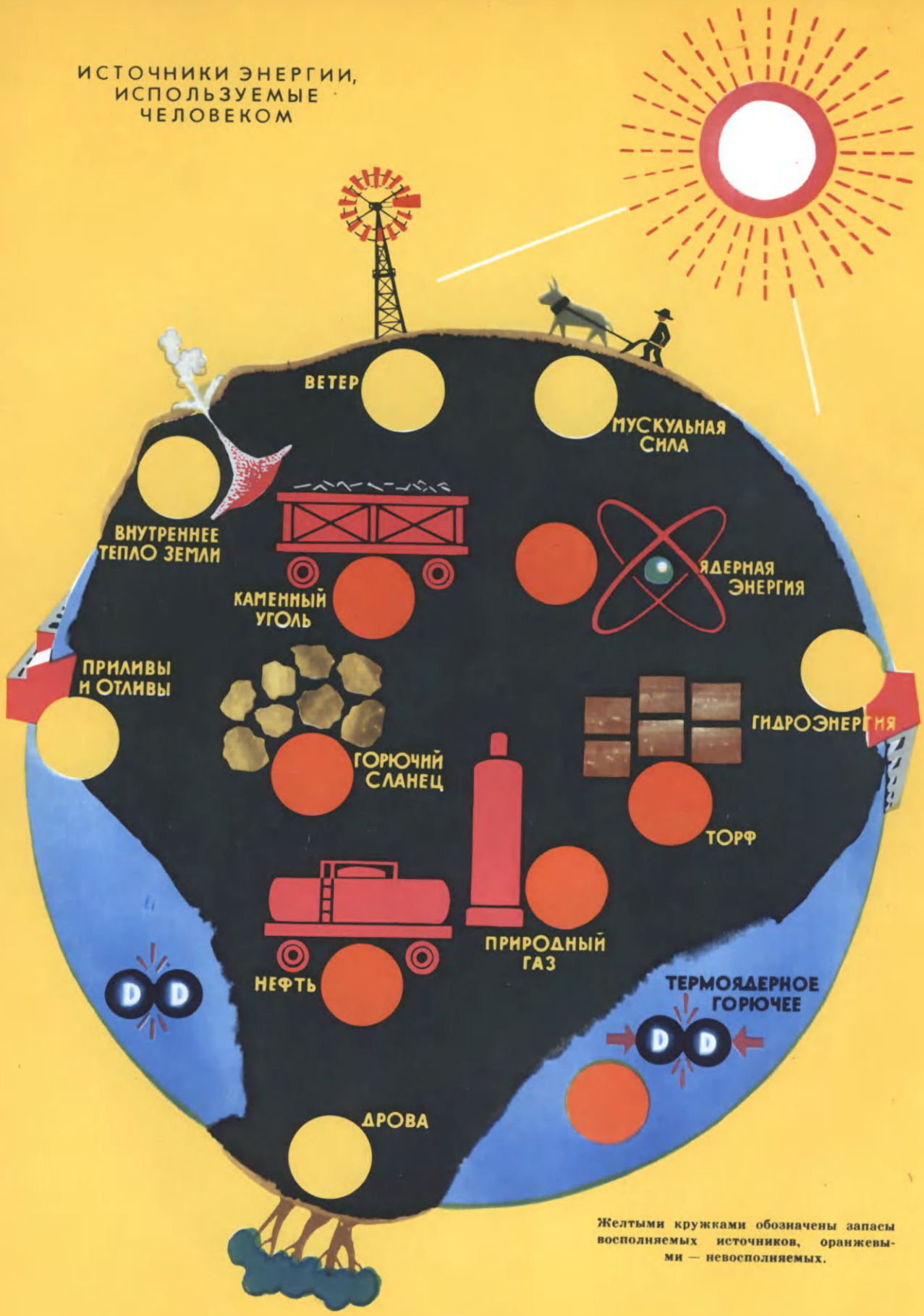
Вторая главная часть реактора — замедлитель нейтронов. В самом деле, если родившийся при делении ядра нейтрон ничем не затормозить, он не будет захвачен другим ядром «рабочего» урана-235. Быстрый нейтрон попадет «в плен» к урану-238, а этот уран в обычном реакторе — бездельник. И нейтрон пропадет без пользы.

Очень хороший замедлитель — графит. Еще лучше тормозит нейтроны и тяжелая вода (такая, в которой атомы водорода замещены атомами тяжелого водорода — дейтерия). Но в качестве замедлителя пригодна и обыкновенная вода. Летящий нейтрон отдает часть своей энергии ядрам замедлителя и теряет скорость. Теперь он готов к встрече с очередным ядром урана-235.

Третья главная часть реактора — отражатель. Это тот же замедлитель, но расположенный вокруг реактора. Его атомы отражают нейтроны, стремящиеся покинуть котел.


ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ В РАЗРЕЗЕ
(НА РАВНИННОЙ РЕКЕ)
ПЛОТИНА
КРАН
ДЛЯ ПОДЪЕМА И СПУСКА
ЗАТВОРА
ЗДАНИЕ
ГЭС
ЭЛЕКТРОГЕНЕ-
РАТОР
ТРАНСФОРМАТОР
ГИДРОТУРБИНА
СОРОУДЕРЖИ-
ВАЮЩАЯ
РЕШЕТКА
СМОТРОВАЯ
ГАЛЕРЕЯ
ТЕЛО ПЛОТИНЫ

ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЧЕЛОВЕКОМ



Желтыми кружками обозначены запасы восполняемых источников, оранжевыми — невосполняемых.

Наконец, есть в реакторе стержни, которые то поднимаются, то опускаются. Это — р е г у л и р у ю щ и е с т е р ж н и, бдительные стражи установки. Изготовлены они из жадно поглощающих нейтроны материалов. Чем глубже такие стержни погружены в реактор, тем больше нейтронов поглощают ядра их атомов. Точнейшая автоматика связывает регулирующие стержни с чуткими приборами— регистраторами нейтронного потока. Из самых отдаленных участков реактора идут сигналы о том, сколько там нейтронов: не повысилось ли их число (это опасно!), не стало ли их слишком мало (тогда упадет мощность котла). А на случай возникновения опасности какой-нибудь катастрофы есть еще аварийные стержни. По сигналу тревоги они падают внутрь реактора, «поедают» движущиеся нейтроны, и цепная реакция сразу же останавливается.

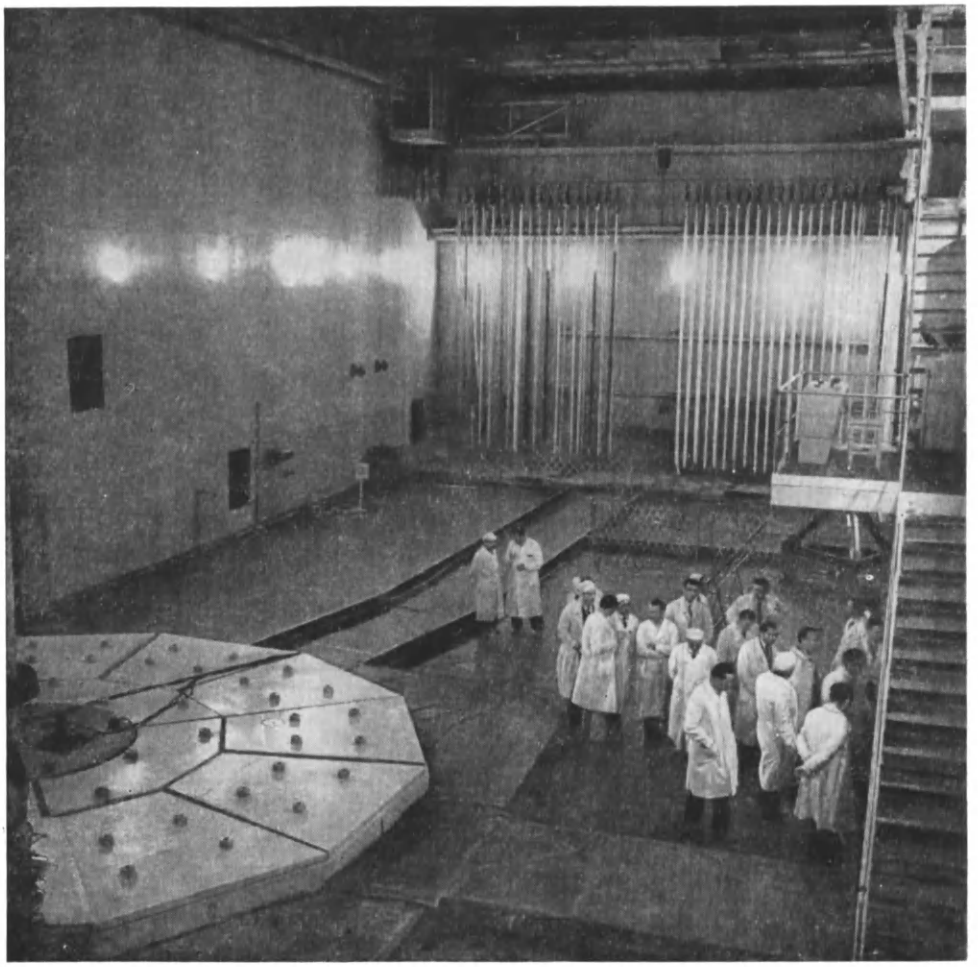
Освобожденную внутриатомную энергию надо передать турбинам, которые будут вращать валы генераторов.

Как это сделать?

Осколки, образующиеся при делении ядер тяжелых атомов, с колоссальной скоростью разлетаются и уносят с собой освобожденную энергию. Замедляясь, они передают энергию окружающим атомам. В результате повышается температура. И тут на арене появляется еще одна важная часть реактора — т е п л о н о с и т е л ь.

Он-то чаще всего через посредника — так называемый второй контур — и передает тепло паровой машине или турбине, а потом возвращается за новой «порцией» теплоты.

В качестве теплоносителя в современных котлах применяют воду, расплавленные металлы, газы.



Так выглядит зал атомной электростанции, в котором расположен ядерный реактор.

Первые киловатт-часы

Первенец ядерной энергетики — советская атомная электростанция, построенная недалеко от Москвы, в г. Обнинске, дала ток 27 июня 1954 г. Этот день по праву можно считать первым днем эры мирного атома.

В реактор первой «атомной фабрики электричества» погружено 128 семиметровых стержней с графитовым замедлителем — 550 *кг* ядерного топлива. Для передачи тепла действуют две замкнутые системы из металлических труб — два к о н т у р а. В них циркулирует вода, очищенная от всех примесей. Вода первого контура движется в котле сверху вниз через урановые стержни, нагревается и идет в п а р о г е н е р а т о р. Здесь, проходя по трубкам, она отдает тепло воде второго контура, омывающей трубки. Таким образом вода первого контура нагревает воду второго.

Оба контура замкнуты, и вода в них не смешивается. Это не случайно. Ведь вода первого контура находится под действием нейтронов и сама становится радиоактивной. Значит, появляется источник излучений, опасных для людей. Другое дело — вода второго контура. Это обычная очищенная вода. Она не приносит вреда ни людям, ни машинам. Пар этой воды и движет турбину.

Чем горячее пар, попадающий в турбину, тем выше ее коэффициент полезного действия. Чтобы вода второго контура сильнее нагревалась и легче превращалась в пар, нужно как можно выше поднять температуру воды первого контура. Но кипеть она не должна. Для этого давление в первом контуре повышают до 100 *атм*. При таком большом давлении вода остается водой и не превращается в пар даже при температуре в 280°. Во втором же контуре, наоборот, необходимо, чтобы вода скорее закипела. Поэтому давление здесь небольшое.

Отдав свое тепло в парогенераторе и охладившись с 270 до 190°, вода первого контура снова возвращается в реактор, чтобы забрать очередную «порцию» тепла.

Управление атомной электростанцией сосредоточено на центральном щите. Сюда приходят сигналы от приборов, бдительно следящих за работой этого сложного механизма — за температурой, давлением, количеством нейтронов.

Две большие атомные электростанции в нашей стране имеют реакторы несколько иного устройства — водо-водяные. Вместо графита замедлителем в нем служит обычная вода, теплоносителем — тоже вода. Интересно, что одна из этих электростанций совершает путешествие по воде!

Находится эта АЭС на ледоколе «Ленин» — флагмане арктического флота Советского Союза. Большой, 134-метровый ледокол может около года плавать, не заходя в порт. Три мощных электродвигателя ледокола работают на электричестве, вырабатываемом его собственной атомной электростанцией.

Водо-водяной реактор стоит и на самой мощной в нашей стране Ново-Воронежской АЭС. Более 550 тыс. *квт* будут вырабатывать турбины этой станции.

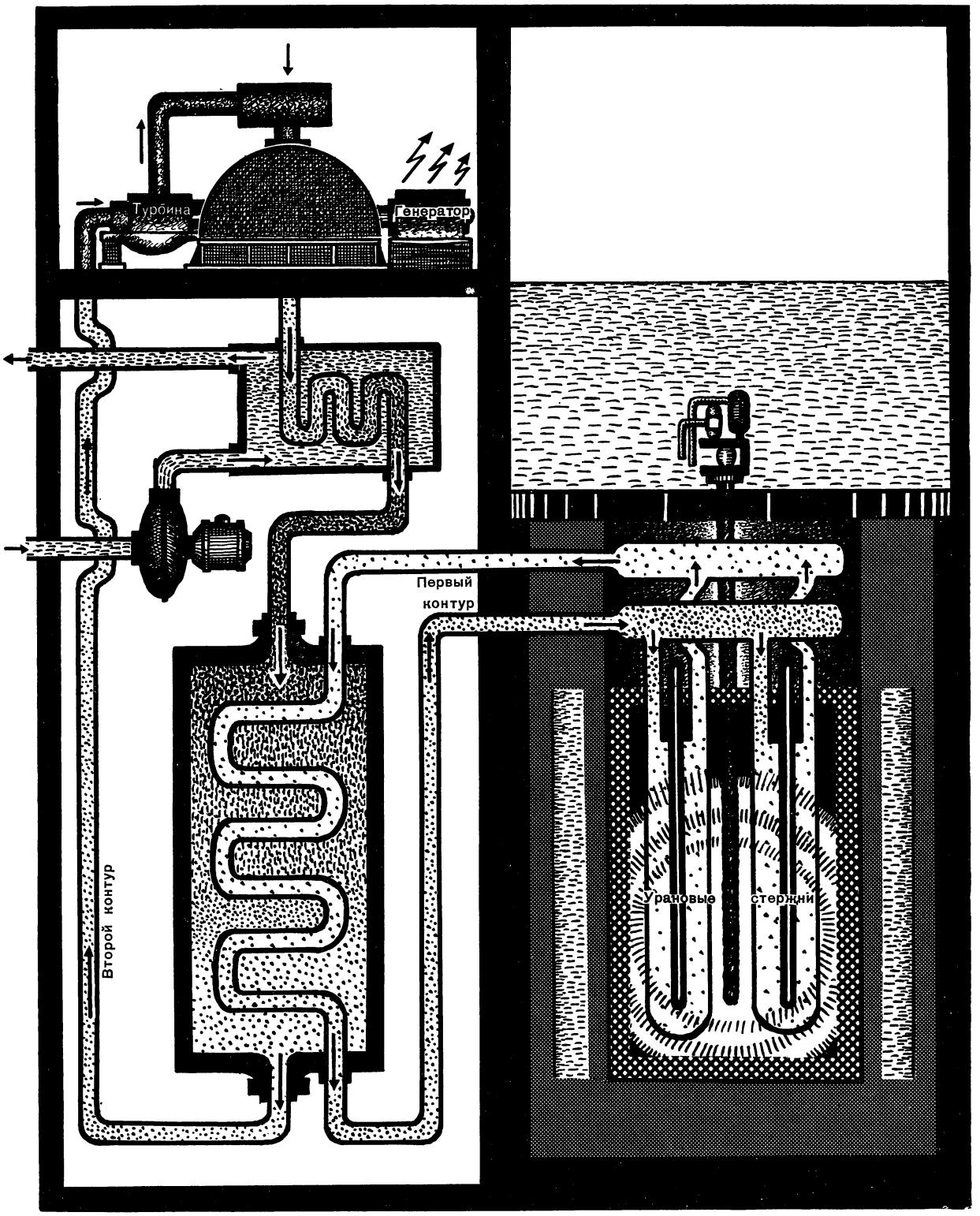
Белоярская АЭС

Полная мощность Белоярской электростанции, носящей имя И.В. Курчатова,—300 тыс. *квт*. Это около половины мощности Днепрогэса. Есть у нее просто сказочное свойство. Что бы вы сказали о печке, в которой горят дрова, а их количество не уменьшается? Дров даже становится все больше! Колдовство, да и только. Но, конечно, никакого колдовства нет. Есть умное использование открытий ядерной физики. Как мы говорили, в атомном котле ядра урана-238 захватывают драгоценные нейтроны и как будто наносят ущерб всему делу. Но и эти нейтроны не пропадают. Ядро урана-238, захватившее нейтрон, претерпевает изменения. Сначала оно преобразуется в ядро нового элемента—нептуния, который в свою очередь дает очень важный элемент—плутоний. А ядра плутония очень напоминают ядра урана-235. Они столь же охотно захватывают нейтроны любых энергий и превосходно распадаются, выделяя энергию. Подобно урану-238 ведут себя ядра еще одного тяжелого элемента — тория. После захвата нейтрона ядро тория превращается в ядро еще одного уранового изотопа — урана-233. А он, как и плутоний, способен делиться.

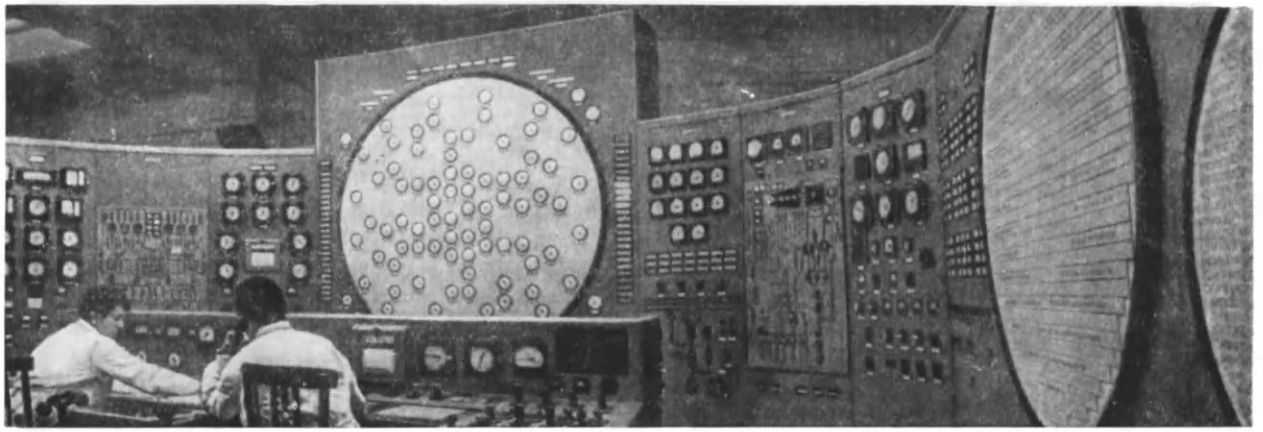
Вот и родилась у ученых блестящая идея — окружить урановые блоки слоем урана-238 или тория. Нейтроны, избежавшие захвата в «рабочем» уране, будут задерживаться этой «подушкой». И на смену утраченным, «выгоревшим» ядрам урана-235 появятся новые, столь же полезные ядра плутония или урана-233. Такие реакторы называются воспроизводящими.

Правда, и в реакторах атомохода «Ленин» тоже происходит воспроизводство горючего за счет превращения урана-238 в плутоний. Это на 10—20% увеличивает фактическое количе-

СХЕМА РАБОТЫ ПЕРВОЙ В МИРЕ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ



Вода первого контура забирает тепло, выделяющееся при делении ядер урана, и передает его воде второго контура. Пар этой воды подается к турбине и вращает вал генератора.



Пульт управления атомной электростанцией.

ство горючего в реакторе. Но урановые блоки в Белоярской АЭС устроены так, что в них воспроизводится несколько больше топлива. Однако главная особенность новой мощной советской атомной электростанции в другом—в том, что пар здесь перегревается непосредственно в реакторе.

Как и в других реакторах, теплоносителем здесь служит вода. Под давлением в 150 *атм* она нагревается от 300 до 320°. Затем, как обычно, вода этого первого контура мчится в парогенератор и создает там пар из воды второго контура. А вот дальше этот пар снова посылают в реактор. И турбины получают пар, правда, слегка радиоактивный, но зато нагретый до 500° под давлением 110 *атм*.

Реактор Белоярской АЭС работает не один год, не требуя новых порций топлива. Стальной цилиндр реактора окружен метровой водяной рубашкой. Эта мощная защита перехватывает и нейтроны, и всевозможные излучения атомного котла.

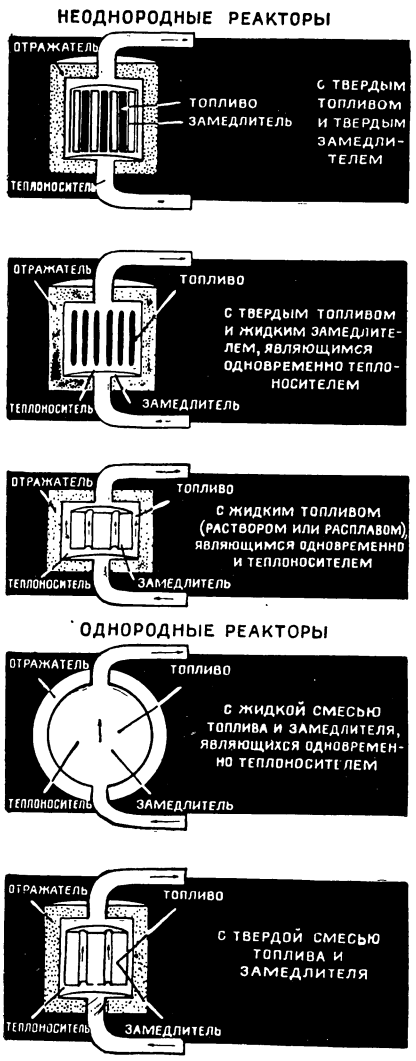
А что впереди?

Мы познакомились с тремя видами работающих атомных электростанций. Реактор «первой в мире» — уран-графитовый, теплоноситель — вода. На Белоярской АЭС как будто то же самое, но топливо частично воспроизводится и перегрев пара происходит в реакторе. На Ново-Воронежской АЭС и на ледоколе «Ленин» вода «работает» и теплоносителем, и замедлителем. Графита здесь нет. Но на всех этих трех электростанциях топливо — уран — запрессовано в тонкие длинные стержни. Вода со всех сторон омывает эти стержни — тепловыделяющие элементы.

Такие реакторы называют неоднородными. В них можно сразу определить, где топливо, где замедлитель, где переносчик тепловой энергии. Но ученые сконструировали и однородные реакторы. Там соли урана растворены в тяжелой воде. Такие однородные котлы обладают лучшей способностью саморегулироваться. Если число делений урана в них начинает возрастать, то сразу же увеличивается выход энергии. Температура жидкости повышается, жидкость расширяется, расстояние между соседними ядрами урана увеличивается, число делений падает. Точно так же компенсируется и слишком сильное уменьшение числа делений.

Советские инженеры первыми разработали очень интересный проект блочной передвижной электростанции с органическим замедлителем и теплоносителем.

Чтобы нейтроны хорошо и быстро замедлялись, замедлитель должен состоять из самых легких атомов. Водород воды, углерод графита вполне подходят для этой цели. А органические вещества? Это ведь как раз соединения водорода и углерода. Жидкие углеводороды превосходно работают как замедлители. И тепло они тоже могут переносить. В 1963 г. дала ток первая в мире советская опытная АЭС такого типа. Правда, мощность ее небольшая, как и полагается экспериментальной установке,— всего лишь 750 *квт*. По этому принципу теперь начинают строить и большие электростанции.



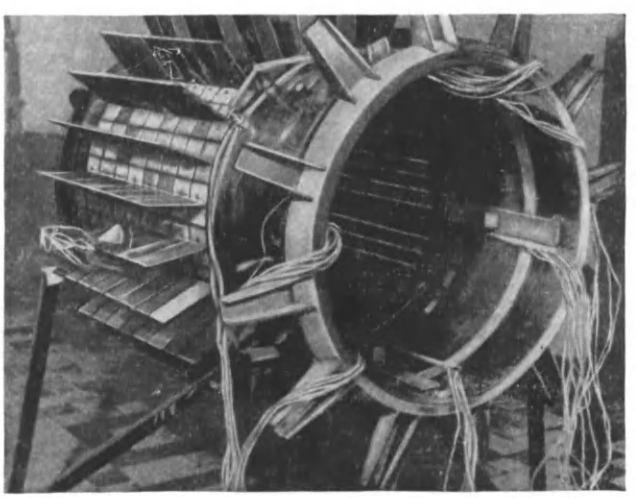
Проектируются и такие АЭС, где переносом тепла займется жидкий металл, например натрий. Из физики известно, что чем выше температура теплоносителя, тем больше тепла он может перенести. Поэтому и обратились к жидким металлам. Там, где обычная вода вскипит, жидкий натрий только нагреется.

Много забот отнимает у конструкторов защита реактора. Атомные котлы своими толстыми стенами напоминают средневековые крепости. А что если выбросить из реактора замедлитель? Как будто странное предложение: ведь такой реактор не будет работать.

Что ж, реактор на медленных нейтронах без замедлителя действительно никому не нужен. Цепная реакция в нем никогда не возникнет. Но если горючее будет чистым ураном-235 или плутонием, что тогда? Ядра этих элементов прекрасно делятся нейтронами любых энергий; выходит, нейтроны там вовсе не нужно замедлять.

Так появился на свет маленький реактор. Маленький, конечно, только по размерам. Называется такой реактор РБН, что означает «реактор на быстрых нейтронах». Этот реактор — в точности обузданная атомная бомба, «взрывчатым веществом» которой служит или плутоний, или уран-235. Поэтому работа с РБН была очень сложной и напряженной. Но зато какой выигрыш в размерах! Несомненно, для атомных двигателей инженерам придется воспользоваться именно такими реакторами. В одном из опытных РБН тепло переносит ртуть, а в другом — расплавленный натрий.

Перспективы развития атомной энергетики довольно ясны. Ядерные реакторы будут применяться все более и более широко. Особенно привлекают внимание специалистов воспроизводящие ядерные котлы. Одна из важнейших областей атомной физики — реакторостроение — уже полностью перешла в руки инженеров. А ученые идут вперед, в разведку, и находят все новые пути покорения атома.



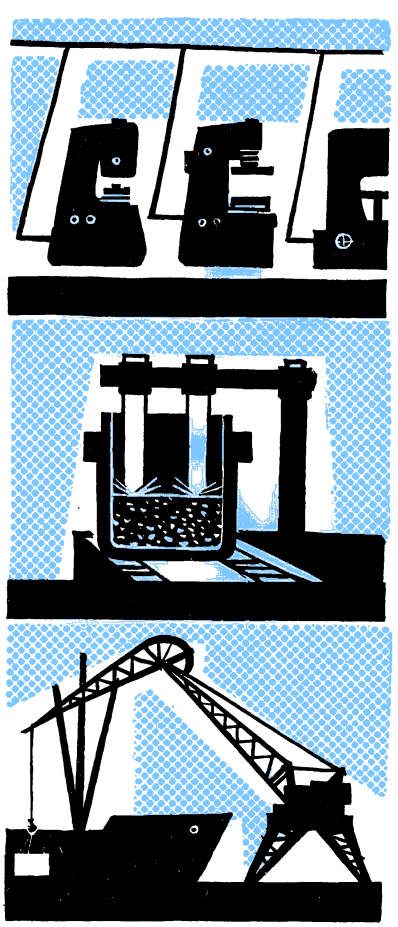
«Ромашка» — реакторно-термоэлектрическая установка, на которой впервые осуществлено прямое преобразование тепловой энергии, получаемой в ядерном реакторе, в электричество. Ее мощность— 500 *вт*.

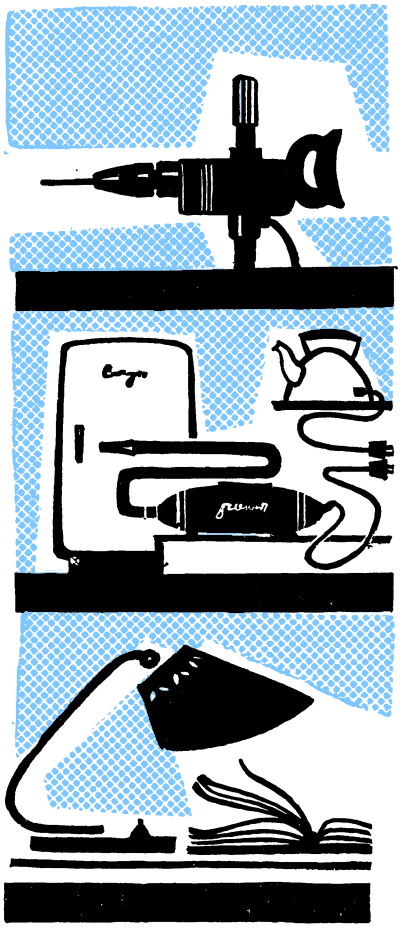
ПЕРЕМЕННЫЙ И ПОСТОЯННЫЙ ТОК В ТЕХНИКЕ

В наше время электрический ток используется во всех отраслях народного хозяйства. И мы знаем, что ток бывает двух видов: п о с т о я н н ы й и п е р е м е н н ы й. Напомним, что при постоянном токе электроны в электрической цепи движутся все время в одном направлении, а при переменном токе непрерывно меняют направление. Какой же ток — переменный или постоянный — больше нужен технике и промышленности?

Передача электрической энергии на большие расстояния возможна только при высоких напряжениях тока, достигающих 110, 220, 400 и даже 500—800 тыс. *в*. А генератор электрической станции способен создать напряжение не выше 20 тыс. *в*. В то же время для различных электрических машин и аппаратов нужен электрический ток напряжением всего в несколько десятков или сотен вольт. Вот здесь переменный ток оказывается незаменимым. Ведь он позволяет с помощью трансформаторов легко изменять напряжение в любых пределах: повышать на электростанциях для передачи на большие расстояния и снова понижать непосредственно у потребителей.

В конце прошлого столетия русский электротехник М. О. Доливо-Добровольский получил трехфазный переменный ток, обладающий очень важными достоинствами. Во-первых, трехфазные линии электропередач выгоднее однофазных: по ним при той же затрате проводов и изоляции можно передать больше энергии, чем по однофазным. А во-вторых, благодаря свойству трехфазного переменного тока создавать вращающееся магнитное поле удалось построить очень простые и надежные асинхронные электрические двигатели, которые сейчас широко используются для привода станков и машин.





Переменный ток приводит в движение различные станки и машины на фабриках и заводах, плавит руду в электропечах, поднимает грузы в портах и на стройках, «работает» в шахтах, освещает наши города и села.

Вот эти качества переменного тока позволили ему занять ведущее положение в технике и послужили причиной того, что в наши дни все промышленные электростанции вырабатывают только трехфазный переменный ток.

Больше половины вырабатываемой электрической энергии потребляют электрические двигатели. Кроме простых асинхронных двигателей, не имеющих обмотки на роторе, есть двигатели с обмоткой и контактными кольцами на роторе. Такие моторы развивают большие усилия при трогании с места, и поэтому их чаще всего применяют на подъемных кранах. Есть еще синхронные двигатели, имеющие постоянную скорость вращения. Благодаря этому они применяются в машинах и механизмах, требующих постоянной скорости движения независимо от их нагрузки: в эскалаторах метрополитена, в больших водяных насосах, электрических часах и др. Электрические двигатели бывают маленькими, меньше катушки ниток, и огромными, как карусель.

Применение для привода станков сразу нескольких электрических двигателей позволило устранить сложную систему передач, упростить механизмы станков, облегчило управление ими и дало возможность создать автоматические линии.

Малые размеры и простота электрических двигателей позволили использовать электрическую энергию там, где раньше применялся только ручной труд. Электрические дрели, пилы, рубанки, гайковерты и другой инструмент намного облегчили труд рабочих, сделали его более производительным. Электрические полотеры, пылесосы, стиральные машины и холодильники пришли на помощь домашним хозяйкам. А еще раньше в домах появились электрические чайники, утюги, плитки.

Переменный ток — хороший источник тепла. В мощных дуговых электропечах плавят и варят металл. Электрические печи широко используются в установках «искусственного климата», для обогрева сушильных шкафов и помещений, нагрева металлов и т. д.

Электрические лампочки светят независимо от того, какой ток идет через их нити: переменный или постоянный. Но передача переменного тока более экономична, и трансформаторы позволяют легко получать и поддерживать необходимое напряжение. Поэтому осветительная сеть городов и сел питается переменным током.

Но вот мы сели в трамвай, троллейбус, в вагон метро, в пригородную электричку — и сразу попали во владения постоянного тока. Дело в

Постоянный ток приводит в движение электрифицированный транспорт, сложные станки и прокатные станы, помогает наносить металлические покрытия на изделия и сваривать металл; работает он и в тех приборах и механизмах, источником тока для которых служит аккумуляторная или гальваническая батарея.

том, что простые и удобные электрические двигатели переменного тока не позволяют плавно менять скорость своего вращения. А изменять скорость движения приходится почти непрерывно; с такой работой может хорошо справиться только тяговый двигатель постоянного тока.

Питание таких двигателей осуществляется от специальных тяговых выпрямительных подстанций, на которых переменный ток преобразуется в постоянный, а затем подается в контактную сеть — в провода и рельсы.

Но ученые и инженеры задумались, нельзя ли на транспорте применить переменный ток. Оказалось, можно. И уже сейчас на многих железных дорогах в контактных проводах течет переменный ток напряжением до 25 тыс. *в*, а в дальнейшем переменным током будут электрифицированы все железные дороги. Но двигатели электровозов по-прежнему работают на постоянном токе: выпрямительные установки, превращающие переменный ток в постоянный, в этом случае находятся также на электровозах.

При помощи электрических двигателей постоянного тока приводятся в движение колеса тепловозов, механизмы прокатных станов, шагающих экскаваторов и многих других машин.

Есть и еще большая и важная область, в которой переменный ток не может соперничать с постоянным. Речь идет об электролизе—процессе, связанном с прохождением тока через жидкие растворы — электролиты. Под действием постоянного тока электролит разлагается на отдельные элементы, которые осаждаются на опущенных в электролит электродах. Таким способом получают алюминий, магний, цинк, медь, марганец. В химической промышленности при помощи электролиза добывают фтор, хлор, водород и другие вещества. С помощью электролиза наносят защитные покрытия на металлические изделия (см. ст. «Защита металла»).

Постоянный ток успешно соперничает с переменным в сварочном деле (см. ст. «Как сваривают металл»). При сварке постоянным током частички металла переносятся с электрода на изделие более правильно и шов получается лучше, чем при сварке переменным током.

Есть у постоянного тока еще одна особенность. Скорее не у самого тока, а у его источников. Чтобы получить переменный электрический ток, нужно непременно приводить в движение генератор, а постоянный ток могут давать неподвижные аккумуляторные батареи и гальванические элементы. Эти свойства источников электрического тока в ряде случаев заставляют отдавать предпочтение постоянному току. Например, как завести двигатель стоящего

АТОМНЫЙ РЕАКТОР И ПРЕСНАЯ ВОДА

Сорок миллионов литров в сутки — столько пресной воды требуется промышленному городу со стотысячным населением.

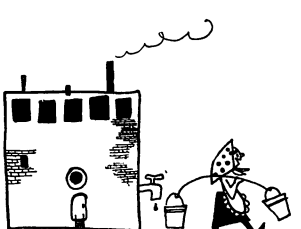
Но не везде есть столько пресной воды. Целинные земли, Донбасс, среднеазиатские республики, Закаспий природа обделила влагой.

Предлагались проекты трубопровода Волга — Закаспий и канала Днепр — Донбасс, чтобы таким сложным путем доставлять пресную воду.

Это довольно дорого.

Предлагали еще один способ — опреснение морской и очищение загрязненной рудничной воды. Для этого надо строить дистилляционные установки и в них выпаривать соль, выгонять грязь при очень высокой температуре. А раз высокая температура, то без угля или другого топлива не обойтись. И пришлось бы загружать транспорт перевозками огромного количества топлива, а это очень дорого. Но современная техника помогла найти выход из положения: опреснение морской воды будет производиться с помощью атомной энергии.

В Закаспии с 1964 г. строится опытно-промышленный реактор на быстрых нейтронах. Мощность закаспийского реактора больше 1 млн. *квт*. Он даст горячий пар для новой электростанции на 150 тыс. *квт* и для большой опреснительной установки, которая будет производить 100 тыс. $м^3$ пресной воды в год.



ПРЕДНАЗНАЧЕНО ПРИРОДОЙ

Если сложить четыре реки Европейской части нашей страны — Волгу, Каму, Днепр и Дон — в одну, то и тогда еще не получится прославленной реки Ангары. Она больше, полноводнее. Проект Ангарского каскада электростанций разработан уже давно и предусматривает сооружение шести мощных ГЭС.

Иркутская ГЭС, первая в Ангарском каскаде, уже работает. Дают ток и турбины знаменитой Братской ГЭС, которая по мощности вдвое превосходит североамериканский гигант Гренд-Кули. Строители уже на подходе к сооружению Усть-Илимской ГЭС.

За Ангарским последует другой сибирский каскад — Енисейский.

И когда они будут закончены — а произойдет это на глазах ныне живущих советских людей,— гидростанции Ангаро-Енисейского комплекса будут давать стране ежегодно 170 млрд. *квт·ч* дешевой электроэнергии.

на месте автомобиля? Достаточно нажать кнопку стартера, и двигатель постоянного тока, получая питание от аккумуляторной батареи, заведет мотор. А когда мотор работает, он вращает генератор, который вновь заряжает аккумуляторную батарею. Такой обратимый процесс недоступен для переменного тока.

На многих шахтах работают электровозы с аккумуляторными батареями, а в цехах заводов, на вокзалах и на складах часто можно встретить небольшие электрические тележки с аккумуляторами — электрокары.

Большие аккумуляторные батареи используются для питания устройств сигнализации, управления и аварийного освещения на электростанциях, в поездах и даже в троллейбусах. Легкие аккумуляторы и гальванические батареи применяются в переносных радиостанциях, в радиоприемниках, в электрических фонарях, измерительных и других приборах.

А вспомните об искусственных спутниках Земли и космических кораблях: на них установлены полупроводниковые солнечные батареи — они тоже дают постоянный электрический ток (см. ст. «Полупроводники в технике»).

Прежде чем закончить наш рассказ, вернемся ненадолго к его началу — к передаче электрической энергии по проводам. Передаваемые мощности и длина линий электропередач непрерывно возрастают, и приходится повышать напряжение до 500 и даже до 800 тыс. *в*.

И вот оказалось, что при этих условиях передавать электрическую энергию выгоднее на постоянном токе. Вдвое лучше используется изоляция, увеличивается пропускная способность воздушных линий электропередач, уменьшается количество проводов... Важно, что отпадет необходимость в сложном процессе синхронизации при включении линий, соединяющих большие электростанции или энергетические системы. Этого, пожалуй, вполне достаточно, чтобы доказать целесообразность использования постоянного тока для сверхдальних передач энергии. Правда, для получения постоянного тока высокого напряжения и последующего преобразования его в переменный ток низкого напряжения нужны очень сложные и дорогие преобразовательные подстанции. Но, несмотря на это, расчеты показывают, что в ряде случаев для сверхмощных и сверхдальних электропередач все же выгоднее использовать постоянный ток. Поэтому сейчас уже ведутся работы по сооружению таких линий электропередач на постоянном токе.

Конечно, перечисленными здесь примерами далеко не исчерпываются все области применения электрической энергии. Здесь ничего не сказано об ее использовании для телеграфной и телефонной связи, для радио и телевидения и прочих целей, но об этом вы прочтете в других статьях этого тома. Ясно одно: нам нужен и переменный и постоянный ток и никогда один из них не вытеснит другого. Наоборот, разумное применение обоих позволяет лучше и полнее использовать электрическую энергию на благо человека.

■

ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО

Наша планета — гигантская кладовая энергии. На долю Советского Союза приходится около 11% всех мировых энергетических запасов. Это очень много. Но мы пользуемся пока лишь ничтожной частью своего энергетического богатства — углем, нефтью, торфом, сланцами, природным газом, энергией рек и ветра и, в последнее десятилетие, атомной энергией.

Задумываясь о будущем энергетики, ученые работают в двух направлениях: **во-первых, ищут новые запасы энергии в природе; во-вторых, стремятся найти наиболее простые и выгодные способы для получения из этих запасов электричества— самого удобного вида энергии.**

Приливы за работой

Советскому ученому Л. Бернштейну и его французскому коллеге Р. Жибра принадлежит «открытие» запасов энергии в морских приливах и отливах. Слово «открытие» стоит в кавычках потому, что об этой энергии люди знают много веков. Знать-то знают, но использовать по-настоящему до сих пор не умели. В ближайшие годы приливно-отливные электростанции наконец появятся.

Притяжение Солнца и Луны заставляет океанскую воду дважды в сутки наступать на берег и дважды отходить назад. Подсчитано,

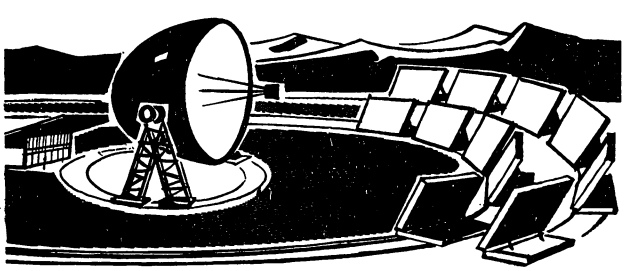
что если разность уровней между приливом и отливом больше четырех метров, то электростанции будут хорошо работать. А таких мест на Земле много. У нас в стране это, например, Мезенский залив, устье р. Кулоя, Лумбовский залив, побережье Охотского моря.

Для постройки приливно-отливной электростанции (ПЭС) находят на берегу узкий залив и отсекают его от океана плотиной. В отверстия плотины вставляют гидротурбины с генераторами (см. ст. «Двигатели и генераторы»). Сейчас спроектированы обтекаемые капсулы, в которых заключены и турбина, и генератор. Эти, как их назвали, капсульные агрегаты наиболее удобны для ПЭС.

Идет прилив — вода наполняет бассейн ПЭС, и рабочие колеса капсульных агрегатов под действием движения воды вращаются. Станция дает ток. Начался отлив — вода уходит из бассейна в океан, по пути опять-таки вращая рабочие колеса, только в обратную сторону. И снова станция дает ток, потому что капсульный агрегат одинаково хорошо работает при вращении колеса в любую сторону.

Но вот пауза между приливом и отливом. Колеса останавливаются. Как тут быть?

Энергетики нашли хороший выход из положения. ПЭС не будут работать в одиночку. Провода свяжут их с другими электростанциями, с тепловыми например. Получится энергетическое кольцо, каждый участок которого будет хорошо помогать остальным. Во время пауз соседи по кольцу помогут приливным станциям не только тем, что возьмут на себя их нагрузку. Нет, они еще подадут электроэнергию... в генераторы капсульных агрегатов. Тогда генераторы на время превратятся в электродвигатели и заставят вращаться рабочие колеса. Турбины, ставшие теперь насосами, погонят воду «вдогонку» приливу или отливу.



Солнечная печь. Зеркала, стоящие вокруг, посылают лучи в параболический отражатель. Самая высокая температура получается в фокусе отражателя. Там помещают небольшой контейнер для нагреваемых предметов.

Если кончается прилив — они еще выше поднимут уровень в бассейне; если отлив — еще больше откачают воды в океан. Точный расчет показывает: этот расход энергии на перекачку воды прекрасно оправдывается—ПЭС будет работать намного ровнее.

А велика ли может быть средняя мощность ПЭС? Вот ответ: только в районе Мезенского залива можно получить от океана в несколько раз больше энергии, чем дает Братская ГЭС, пока величайшая в мире...

Из солнечного луча

Каждый год Солнце доставляет на нашу планету 620 млн. млрд. *квт·ч* энергии. Это в 16 тыс. раз больше, чем нужно сегодня всему человечеству. Но как превратить солнечный луч в электрический ток?

Для этого предложено несколько способов — часть из них применяется уже в наши дни, часть принадлежит будущему. Самый привычный способ — нагревать солнечным теплом воду в паровом котле, посылать пар в турбину, с помощью турбины вращать электрический генератор.

Но хотя для концентрации солнечных лучей применяются сейчас крупные металлические отражатели, хотя параболическое зеркало солнечной печи в Фонт-Роме (Франция) дает в точке фокуса температуру около 3000°, этот способ многого не обещает. Солнце скрывается в облаках, день сменяется ночью; кроме того, плотность солнечной энергии невелика — всего около 1 *квт* на 1 $м^2$ земной поверхности. Значит, мощную электростанцию такого типа пришлось бы оснащать гигантскими отражателями — сложными и очень дорогими.

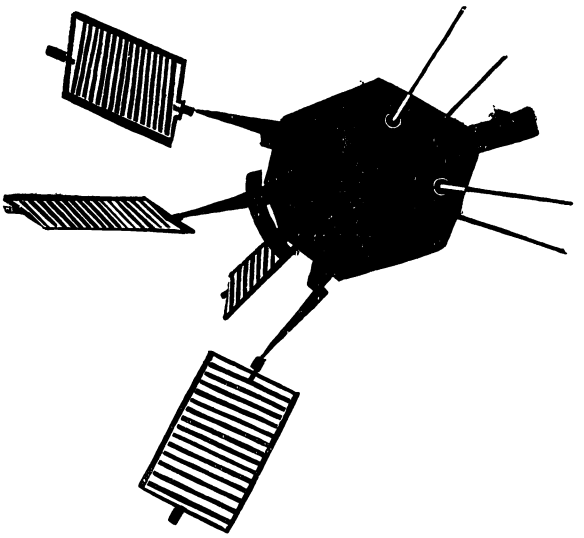
Гораздо проще превращать свет Солнца в электричество с помощью солнечных батарей; вы знаете, что эти батареи уже применяются на искусственных спутниках Земли. Но чистейший кремний (из него состоят батареи), обладающий способностью превращать свет в электроэнергию, тоже пока чрезвычайно дорог. Не очень высок и к. п. д. кремниевых батарей — около 11%.

Поэтому солнечные батареи — дело будущего. Они начнут работать на Земле тогда, когда наука и техника решат две трудные задачи: снизят стоимость получения чистого кремния и резко повысят к. п. д. кремниевых фотоэлементов.

Еще один интересный путь «улавливания» солнечных лучей — быстрое разведение в озе-

рах и искусственных водоемах микроскопических водорослей, являющихся хорошим топливом. Особенно интересна в этом смысле водоросль хлорелла пуроидоза: под действием солнечных лучей она размножается фантастически быстро. Из водоема площадью в 8 *га* (это не так уж много) каждый день можно извлекать топливо, равноценное тонне угля.

Хлореллу можно сжигать в топках котлов, но гораздо выгоднее гнать из нее горючий газ метан. Этот газ — превосходное топливо для электростанций, а остаток от перегонки хлореллы тоже очень ценен: удивительная водоросль содержит 50% белков и около 20% жира. А это пригодится как корм для скота и как сырье для химической переработки.

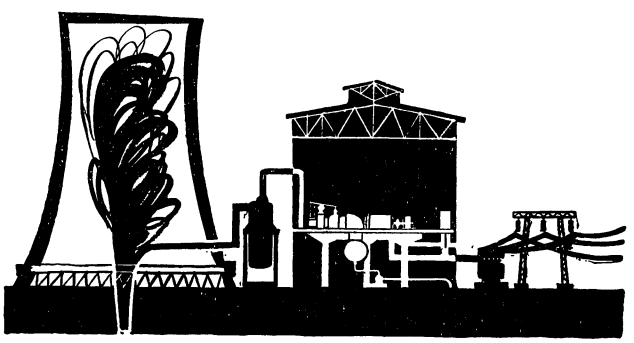


Солнечные батареи на искусственном спутнике Земли.

Подземный кипяток

Еще один крупный источник энергии скрыт глубоко под землей. Там, на глубине полутора, двух, а то и трех километров, существуют целые моря, заполненные горячей водой. Есть они у нас на Камчатке и, как оказалось, на Северном Кавказе, в Сибири и даже в Подмосковье, а также в Италии и Исландии. Вода в этих морях не только очень горяча, но и сжата колоссальным окружающим давлением. Поэтому достаточно пробурить к такому «морю» скважину, чтобы вода хлынула фонтаном.

Подземный кипяток можно использовать по-разному. Например, подогревать воду в плавательных бассейнах, как делают в исландской столице Рейкьявике, или пускать в бани и трубы отопления, как у нас в Махачкале. Но можно и строить электростанции. Такая геотермальная (подземнотепловая) электростанция действует в Лардорелло (Италия). Строится геотермальная станция и в Советском Союзе — на Камчатке.

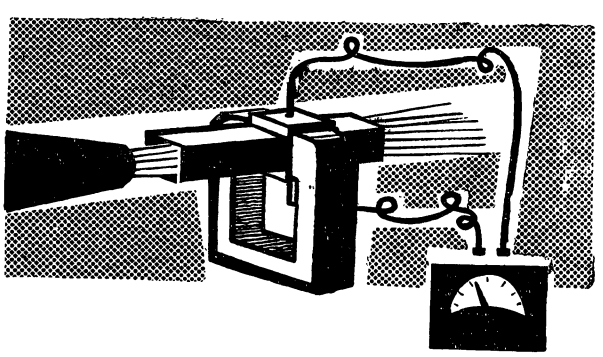


Геотермальная электростанция. Подземный пар по трубам идет к турбинам, и они вращают генераторы.

Плазменный генератор

Наука твердо знает: превращение тепла в работу тем выгоднее, чем сильнее нагрет пар. Если на обычной современной электростанции поднять температуру пара до 1000—1500°, ее к. п. д. сам собой увеличится в полтора раза. Но беда в том, что сделать это никак нельзя—такой страшный жар очень быстро разрушит любую турбину.

Значит, рассуждали ученые, надо попробовать обойтись совсем без турбины. Надо по-



Струя горячей плазмы проносится между полюсами магнита. В плазме индуктируется ток. Над струей и под ней условно показаны электроды.

строить такой генератор, который бы сам превращал энергию струи раскаленного газа в электрический ток!

И построили. Помогла в этом молодая, быстро развивающаяся наука — магнитогидродинамика. Она изучает движение в магнитном поле жидкостей, проводящих электрический ток.

Обнаружилось вот что. Жидкость-проводник, помещенная в магнитное поле, ничем не отличается по поведению от твердого проводника, например металла. Но мы хорошо знаем, что происходит в металлическом проводнике, если его двигать между полюсами магнита: в нем наводится (или, как говорят, индуктируется) электрический ток. Значит, ток появится и в струе жидкости, если эта струя пересечет магнитное поле.

Однако построить генератор с жидким проводником все же не удалось. Струю жидкости нужно было разогнать до очень высокой скорости, а на это требуется громадное количество энергии, большая часть которой теряется в самой струе на завихрения. Вот тогда-то и явилась мысль: а не заменить ли жидкость газом? Ведь газовым струям мы давно умеем сообщать огромные скорости — вспомните хотя бы реактивный двигатель. Но эту мысль сразу же пришлось отбросить: ни один газ не проводит тока!

Получился как будто полный тупик. Твердые проводники не выдерживают высоких температур; жидкие не разгоняются до высоких скоростей; газообразные не проводники вовсе. Но...

Мы привыкли думать, что вещество может находиться только в трех состояниях — твердом, жидком и газообразном. А оно, оказывается, бывает еще в одном, четвертом состоянии — плазменном. Из плазмы, как теперь известно, состоит Солнце и большинство звезд.

Плазма — это газ, но ионизированный. В нем среди молекул попадаются заряженные ионы, т. е. «осколки» атомов с нарушенными электронными орбитами. Есть и свободные электроны. Ионы и электроны — носители электрических зарядов.

Плазма электропроводна!

Но чтобы получить плазму, необходимо посильнее нагреть газ. С повышением температуры молекулы газа движутся все быстрее, они часто и сильно сталкиваются между собой. Наступает момент, когда молекулы постепенно распадаются на атомы. Но газ пока тока не проводит. Продолжаем его нагревать!

Вот термометр показал 4000°. Атомы приобрели высокую энергию. Их скорости огромны, а отдельные столкновения заканчиваются «катастрофически»: электронные оболочки атомов нарушаются. Это нам и нужно — теперь в газе есть ионы и электроны. Есть плазма!

Нагреть газ до 4000° — нелегкое дело. Лучшие сорта угля, нефти и природных газов дают при сгорании куда более низкую температуру. Как быть?

Сравнительно недавно ученые справились и с этой трудностью. Выручил калий — дешевый и распространенный щелочной металл. Оказалось, что в присутствии калия ионизация многих газов начинается гораздо раньше. Стоит добавить всего один процент калия к обычным топочным газам — продуктам сгорания угля и нефти, как ионизация в них начинается при 3000° и даже чуть ниже. Плазма есть — можно строить генератор.

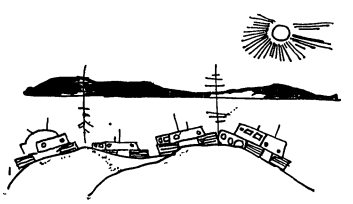
ТЭС-3

Эти три буквы и одна цифра означают: 3-й вариант транспортабельной электростанции. Эта первая в мире передвижная атомная электростанция смонтирована на четырех вездеходах. И вместе с вездеходами, с ядерным горючим она весит всего 350 *т*. В неразобранном виде ТЭС-3 легко разместить на четырех железнодорожных платформах и поставить в любое место. А туда, где нет железной дороги, ТЭС-3 придет своим ходом.

Расход топлива на ТЭС-3 незначителен — до 14 *г* урана-235 за сутки. Атомный реактор заряжается ядерным топливом только раз в год. При этом ТЭС-3 обладает мощностью в 1500 *квт*. Она проходила многомесячную проверку и за июль 1964 г., например, выработала больше 1 млн. *квт·ч*.

Первые два вездехода, где смонтированы атомный реактор, циркуляционные насосы, парогенераторы, теплообменник, должны быть хорошо изолированы. Их держат или в естественных укрытиях, или же в вырытой траншее с железобетонными щитами, закопанными в землю. Третий и четвертый вездеходы не опасны. На них смонтированы турбина, генератор и пульт управления. Они стоят открыто.

Почти все процессы на ТЭС-3 автоматизированы. Автоматы следят за нагрузкой, если нужно, снижают или повышают мощность. В случае необходимости они могут остановить реактор или выключить вовсе всю станцию. Но людям остается, как всегда, самое главное — наблюдать за работой приборов и решать — подчас очень-очень быстро — важные и сложные задачи. С этой задачей справляются всего 3—4 человека — высококвалифицированные инженеры-физики.



Из топки, где рождаются горячие газы, их отводят в патрубок, куда непрерывно подается тоненькой струйкой поташ — углекислый калий. Происходит слабая, но все же достаточная ионизация. Патрубок затем плавно расширяется, образуя сопло.

Свойства расширяющегося сопла таковы, что при движении по нему газ набирает высокую скорость, теряя давление. Скорость газов, вырывающихся из сопла, может соперничать со скоростями современных самолетов — она достигает 3200 *км/час*.

Раскаленный поток плазмы врывается в главный канал генератора. Его стенки не из металла, а из кварца или огнеупорной керамики. Снаружи к стенкам подведены полюсы сильнейшего магнита. Под действием магнитного поля в плазме, как во всяком проводнике, наводится электродвижущая сила.

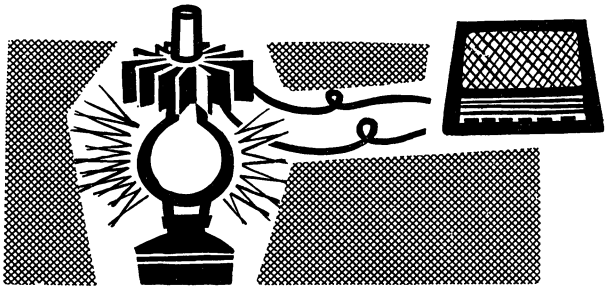
Теперь надо, как говорят электрики, «снять» ток, отвести его к потребителю. Для этого в канал вводят два электрода — тоже, конечно, неметаллических, чаще всего графитовых. Если их замкнуть внешней цепью, то в цепи появится постоянный ток (см. рис. на стр. 115).

У небольших плазменных генераторов, уже построенных в разных странах, к. п. д. достиг 50% (к. п. д. тепловой электростанции не больше 35—37%). Есть надежда получить в ближайшие годы и 65%, а потом еще больше. Перед учеными, работающими над плазменным генератором, стоит много проблем, связанных с выбором материалов, с увеличением срока работы генератора (нынешние образцы работают пока лишь минуты).

Без движения

В плазменном генераторе нет подвижных частей, обычных для машины,— валов, колес, поршней и т. д. Но одна «подвижная часть» все-таки есть — это поток плазмы, мчащийся с громадной скоростью. В термоэлектрическом генераторе, о котором пойдет сейчас речь, нет вообще никакого видимого движения. Интересно, что эти генераторы, пока маломощные, уже работают во многих местах, особенно в отдаленных районах, где пока нет электрической сети.

На стекло обычной керосиновой лампы надевают «воротник» — кольцо с ребрами, торчащими во все стороны. От него тянутся провода к радиоприемнику, и этот радиоприемник отлично работает! «Воротник» превращает слабое тепло керосиновой лампочки в электроэнергию, достаточную для питания приемника.



Термоэлектрический генератор, надетый на стекло керосиновой лампы, бесперебойно питает током радиоприемник.

В чем секрет «воротника»?

В начале XIX в. немецкий ученый Томас Зеебек открыл интересное явление. Он спаял концами два провода из различных металлов так, что получилось замкнутое кольцо, а потом один спай нагрел, и в цепи появился ток. Правда, ток был ничтожно мал, поэтому открытие Зеебека целое столетие использовали только для измерения температур — на этом принципе работают термопары.

А в начале 30-х годов нашего века известный советский физик А. Ф. Иоффе доказал: ток в цепи увеличивается в тысячи раз, если спаять полупроводники (см. ст. «Полупроводники в технике»). В «воротнике», надетом на лампу, множество таких полупроводниковых пар. Их внутренние концы прикасаются к ламповому стеклу, наружные охлаждаются благодаря тому, что ребра имеют большую поверхность. И так как температура спаев каждой пары разная, прибор дает устойчивый постоянный ток. И хотя мощность его и небольшая, да и к. п. д. всего-навсего 10%, термоэлектрические генераторы с полным правом относятся к энергетике будущего. Они на редкость просты, очень надежны и долговечны, в них нечему лопаться и портиться.

Вполне возможно, после усовершенствований из них создадут бесшумные и мощные электростанции.

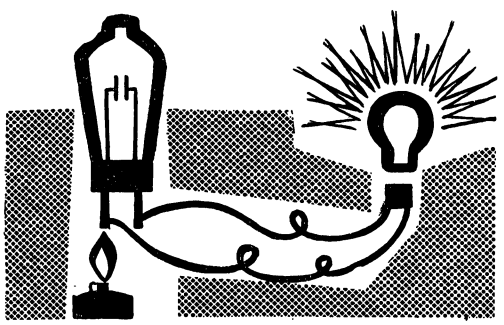
«Прыгающие» электроны

Радиолампы видел каждый. Многие знают, как они устроены. Но мало кому известно, что простейшая радиолампа с двумя электродами внутри — она в радиотехнике зовется диодом—может стать генератором электрической

энергии. Для этого нужно только нагревать один из электродов — катод. Разогревшись, он начинает выбрасывать электроны, они словно испаряются с его поверхности и попадают на холодный электрод — анод. Соединим наружные штыри лампы проводом — и по этому проводу потечет ток. Электроны как бы возвращаются по внешней цепи «домой», обратно на катод.

«Испарение» электронов с нагретой металлической пластинки в безвоздушное пространство (а из лампы воздух, конечно, выкачан) называется термоэлектронной эмиссией. И генератор-лампа назван поэтому термоэлектронным. Он в действительности не так прост, как здесь рассказано: для успешной работы генератора пришлось сделать некоторые усовершенствования и усложнения. Электроды делают из различных металлов, например: катод—из молибдена, анод—из меди. Внутри колбы не пустота, а пары элемента цезия; они захватывают электроны, которые вылетели с катода и почему-либо не попали на анод. Да и лампы, как таковой, т. е. стеклянного баллона, в термоэлектронном генераторе нынче нет: он теперь напоминает трубку размером с детский калейдоскоп. Трубка открыта с обоих концов, но стенки ее двойные, и между ними, в замкнутом пространстве, находятся пары цезия. Внутренняя поверхность трубки — катод, наружная — анод. Если сквозь трубку пропускать поток горячих газов, например выходящих из плазменного генератора, то катод разогревается и прибор начинает давать ток.

Существующие термоэлектронные генераторы пока несовершенны, их к. п. д. не достигает и 10%. Но подсчеты показывают, что его можно довести до 65%, а ради этого стоит поработать!



Если нагревать один из электродов этой лампы, то во внешней цепи появляется ток. Все термоэлектронные генераторы работают по такому принципу.

В дело вступает химия

И плазменный, и термоэлектрический, и термоэлектронный генераторы, как мы теперь знаем, превращают тепло в электрическую энергию. Ну, а откуда берется тепло? От сжигания топлива. Значит, с помощью наших трех необычных генераторов мы все-таки не сразу получаем электричество из топлива. Химическую энергию горючего нам приходится сперва превращать в тепло, а уж потом — в электричество. Нельзя ли превращать химическую энергию непосредственно в электрическую?

Оказалось, что можно.

Вам всем, наверное, хорошо знакома батарейка карманного фонарика. Это гальванический элемент. Главный принцип работы такого элемента — превращение химической энергии в электрическую. Высокий к. п. д., бесшумность, надежность, отсутствие подвижных частей — все это замечательные качества элемента. Но, подобно вашей батарейке, любой гальванический элемент, даже очень мощный, недолговечен. Отдавая химическую энергию, растворяется его катод, напряжение элемента падает, а затем исчезает совсем. Желая продлить жизнь элемента, мы должны делать его катодную пластину очень большой и тяжелой: ведь именно в ней заключен запас топлива. Но тогда получается громоздкая, дорогая установка, возвращающая нас в прошлое техники.

А если не погружать в банку элемента сразу весь запас топлива, а подавать его туда постепенно и там превращать его энергию в электричество? Впервые мысль эта пришла русскому ученому П. Н. Яблочкову. Он поставил много опытов, но результата не добился. Топливные элементы были созданы лишь 70 лет спустя.

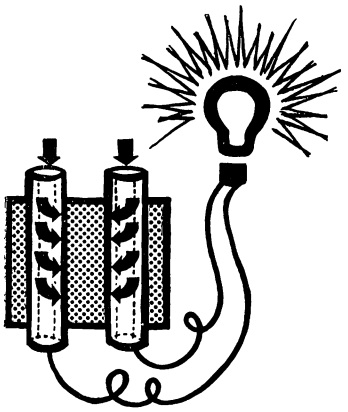
Ученые вспомнили о том, что электрический ток, проходя через воду, легко разлагает ее на водород и кислород. Такие опыты делают в каждой школе. Так нельзя ли сделать наоборот — заставить кислород и водород соединяться в молекулы воды? При этом, оказывается, возвращается то, что мы затрачиваем на разложение воды,— электрическая энергия!

Первые топливные элементы работали на водороде и кислороде. Оба эти газа подавались по трубкам в ванну с едкой щелочью. Там после нескольких химических реакций получалась вода и на опущенных в ванну электродах появлялась разность потенциалов — электрическое напряжение. В таком элементе топливом служит водород, который окисляется кислородом. В результате получаются вода и электрическая

энергия. Образно говоря, водород сжигается без огня; в самом деле, ведь любое горение — это окисление топлива кислородом.

Один такой элемент действовал в лаборатории несколько лет и ни на минуту не снизил мощности, правда, пока довольно маленькой. А его к. п. д. оказался равным 76%.

Именно такой высокий к. п. д. привлекает сейчас к топливным элементам всеобщее внимание. Дело в том, что его можно повышать и дальше, до 90%! Такой экономичности не дает никакое другое энергетическое превращение.



Топливный элемент. В раствор едкой щелочи через пористые электроды подаются водород и кислород. В результате электрохимических реакций на электродах возникает разность потенциалов — ток в цепи.

Плохо, конечно, что топливом служит водород: он довольно дорог, требует осторожного обращения, тяжелых баллонов для перевозки. Но уже построены первые образцы топливных элементов, где сжигается без огня более удобное топливо, например нефтяной газ пропан.

Ученые считают, что со временем в топливных элементах можно будет расходовать разные виды топлива — не только газы, но и жидкости, а может быть,— кто знает! —и твердые «поленья». Это будет великим достижением электроэнергетики.

Топливо будущего — вода

В разных странах идет сейчас напряженная работа. Ученые пытаются подобрать ключ к еще одной, самой грандиозной энергетической кладовой. Они хотят добывать энергию из... воды.

Чем выше температура вещества, тем быстрее движутся его частицы. Но даже в плазме два свободных атомных ядра сталкиваются между собой без всяких последствий. Слишком велики у атомных ядер силы взаимного отталкивания. «Сшибаются» они — и в разные стороны!

Но если поднять температуру плазмы до сотен миллионов градусов, энергия быстрых частиц может сделаться выше «барьера отталкивания». Тогда из двух легких атомных ядер при столкновении получится одно, более тяжелое ядро.

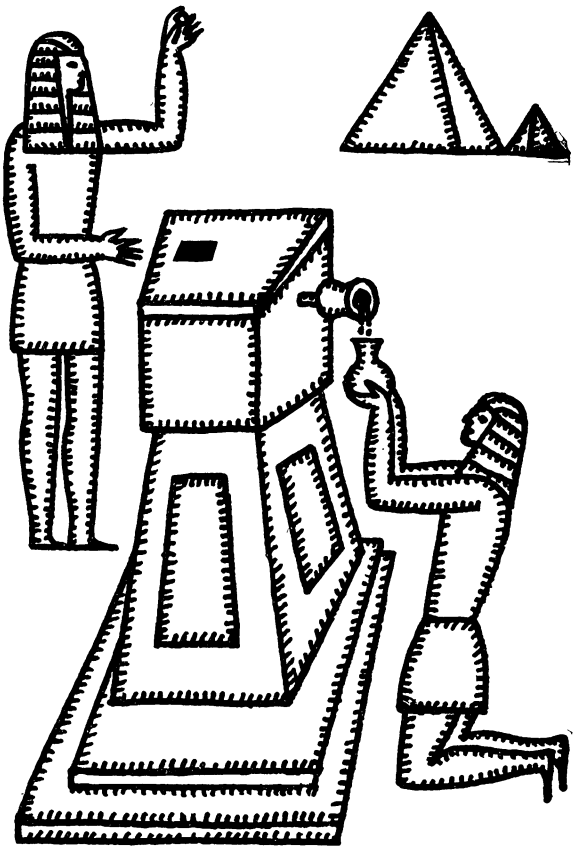
И рождение нового вещества произойдет с мощным выбросом энергии.

Водород, как самый легкий элемент на Земле, особенно пригоден для участия в термоядерных реакциях. Точнее, не тот водород, который вместе с кислородом составляет обычную воду, а его тяжелый собрат дейтерий, атомный вес которого вдвое больше. Добывать его можно из тяжелой воды, которую он образует, соединяясь с кислородом. На шесть тысяч капель обыкновенной воды приходится в природе одна капля тяжелой. Сперва кажется, что это очень мало, но подсчеты показывают: только океаны нашей планеты содержат около 38 000 млрд. *т* тяжелой воды.

Если мы научимся добывать скрытую в ней энергию, то человечество обеспечено таким запасом на миллиарды лет.

Термоядерные реакции (так называют соединения легких атомных ядер с образованием более тяжелых ядер и с выделением энергии) уже проведены искусственно на Земле. Но пока что это были мгновенные, неуправляемые, разрушительные реакции — взрывы водородных (а точнее, дейтериевых) бомб. Советские физики и их зарубежные коллеги стремятся к тому, чтобы взять управление термоядерной реакцией в свои руки. Тогда человечество сможет овладеть неисчерпаемыми запасами энергии.

■



АВТОМАТИКА

НАС ОКРУЖАЮТ АВТОМАТЫ

Проснувшись рано утром, вы делаете зарядку и идете умываться. Кто помог вам встать вовремя? Часы-будильник — автоматическое устройство, имеющееся в каждой семье.

Умываясь, вы, возможно, не подозреваете, что воду в квартиру помогли доставить тоже автоматы. Они, когда нужно, включали и выключали насосы. Если в вашу квартиру подается горячая вода, то и за ее температурой следят автоматические устройства.

Во многих квартирах можно увидеть холодильники, стиральные машины, электроутюги с мигающей лампочкой, приемники, телевизоры. А ведь в каждом из этих устройств есть автоматы, порой довольно сложные. Они не дадут повыситься температуре внутри холодильника, перегреться утюгу или изменить громкость звука, льющегося из динамика приемника или телевизора.

Во время завтрака на столе вы видите хлеб, молоко, сыр, масло. Хлеб в булочную привезли с хлебозавода-автомата, молоко разлили в бутылки, а сыр и масло приготовили, расфасовали в брикеты автоматические машины.

Но вот вы на улице. На перекрестке— пустая будка регулировщика. Однако сигналы светофора сменяют друг друга — регулировщика заменил автомат. Это он включает зеленую

надпись «идите» и красную «стойте», это он переключает огни светофоров.

Жители городов привыкли к автоматическим продавцам. Стоит в щель автомата опустить нужную монету, и вы получите газету, тетрадь, карандаш, стакан воды. Десятки таких автоматов обслуживает один человек, который лишь следит за их работой.

Появились автоматы и в метро. Здесь автомат разменяет вам гривенник; опустив одну из полученных пятикопеечных монет в щель другого автомата, вы увидите, как загорится окошечко с надписью «идите». Это вас приглашает автомат. Под землей перед поездом метро, в котором вы едете, автоматические приборы зажигают зеленые огни светофоров; успешное испытание прошел «автомашинист».

И все же важнейшее поле деятельности автоматов — это цехи фабрик и заводов. Здесь можно встретить и автоматические станки-одиночки, и длинные линии, работающие сообща. С одной стороны такой линии поступает материал, с другой выходит готовая продукция.

Автоматы работают прежде всего там, где налажено массовое производство изделий, где осуществляются «тонкие» технологические операции, где условия производства опасны для жизни и здоровья людей, и т. д. Они помогают человеку в промышленности и сельском хозяйстве, на транспорте и в связи, в научных институтах и лабораториях.

Огромный вклад в развитие автоматики внесли советские ученые. В нашей стране создано много крупных институтов и лабораторий, занимающихся различными проблемами автоматики, такие, как Центральный научно-исследовательский институт комплексной автоматизации, Институт автоматики и телемеханики Академии наук СССР. Вопросы автоматики производства разрабатываются сотрудниками исследовательских институтов Ленинграда, Киева, Харькова, Новосибирска, Тбилиси и многих других городов СССР.

Автоматика — детище XX в.

Однако если проследить истоки автоматики, они уведут нас в глубокую древность.

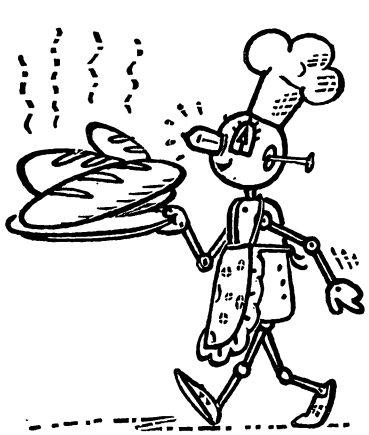
■

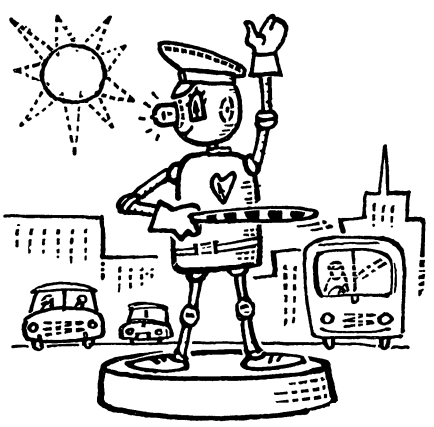
ИСТОКИ АВТОМАТИКИ

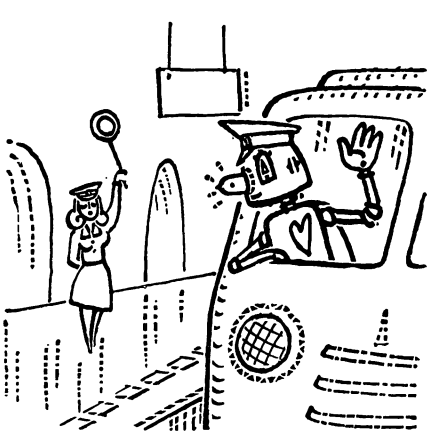
Во II в. до н. э. механик Ктезибий, живший в Александрии, изготовил первые водяные часы. Они были просты: из сосуда, наполненного водой, вытекала вода и через систему зубчатых колес приводила в движение стрелки.

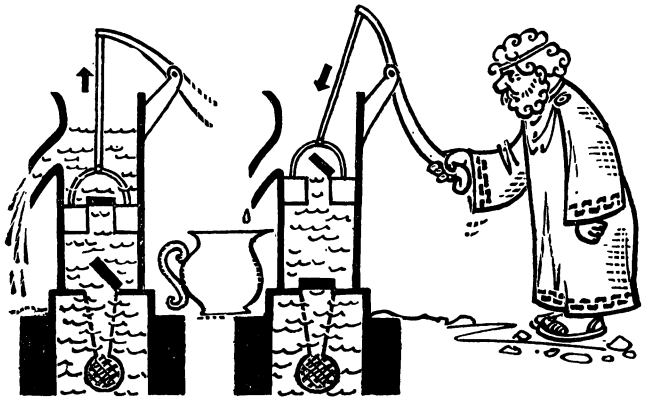
Шли столетия, часы совершенствовались и в дальнейшем сыграли немалую роль в развитии автоматики. Недаром Карл Маркс писал по этому поводу, что «часы являются первым автоматом, созданным для практических целей».

Мастерами далеких времен были созданы, кроме часов, и другие механические устройства, выполняющие последовательные движения без вмешательства человека. В древней Греции каждое такое устройство называлось «автоматос», т. е. «самодвижущийся». В книге, напи-









Так работал один из первых автоматов — насос, построенный ученым Ктезибием две тысячи лет назад.

санной в I в. знаменитым ученым Героном Старшим из Александрии, рассказывается, например, об автомате для продажи «святой воды», о дверях храма, открывавшихся, как только в жертвеннике загорался огонь, и т. д.

В 1767—1769 гг. русский механик И. П. Кулибин создал часы размером с гусиное яйцо. В этих часах было несколько сот связанных между собой различных деталей. Часы заводились раз в сутки. Они показывали время и отбивали каждый час, его половину и четверть. В верхней части корпуса часов через каждый час открывались дверцы и человеческие фигурки разыгрывали сценки; «представление» шло в музыкальном сопровождении.

Во второй половине XVIII в. в швейцарской деревне Шо-де-Фон жили два искусных часовых мастера — Пьер Жаке Дро и его сын Анри. В 1774 г. Пьер Дро на выставке в Париже демонстрировал механических «людей» — «писца», «рисовальщика» и «музыкантшу».

Но наряду с подобными забавными автоматами начали появляться устройства, облегчающие труд человека. Первые такие попытки относятся ко второй половине XVIII в., к периоду промышленной революции. Особенно большое значение для технического прогресса имело изобретение автоматического суппорта токарного станка и автоматического регулятора.

Автоматический суппорт, перемещающий резец вдоль детали, обрабатываемой на токарном станке, был изобретен еще в 20-х годах XVIII в. русским механиком Андреем Нартовым. Англичанин Модсли сделал подобное устройство лишь спустя 70 лет.

Автоматическое регулирование впервые было применено русским изобретателем Иваном Ползуновым. В созданной им в 1765 г. паровой машине поплавковый регулятор следил за уровнем воды в котле. Джемс Уатт в своей знаменитой паровой машине применил два важных автоматических устройства: центробежный регулятор, который изменял подачу пара в цилиндр, и парораспределительную коробку с золотником для переключения клапанов машины.

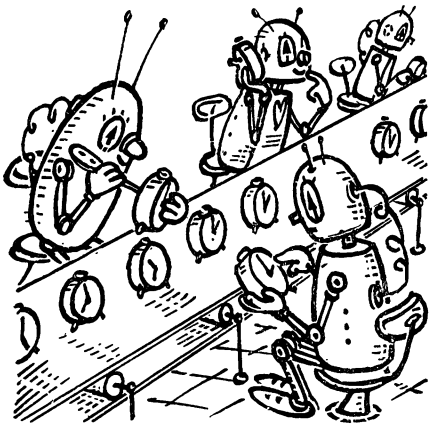
Расширение промышленного производства, открытия в области механики и электротехники вызывали появление новых автоматических устройств. В XIX и начале XX в. они появляются в текстильных и ткацких машинах, в прессах для штамповки мелких деталей, в машинах, вырабатывающих массовую продукцию: конфеты, папиросы, пуговицы и т. д. А сейчас нет такой отрасли народного хозяйства, в которой не применялись бы автоматы.

ГДЕ НУЖНЫ АВТОМАТЫ

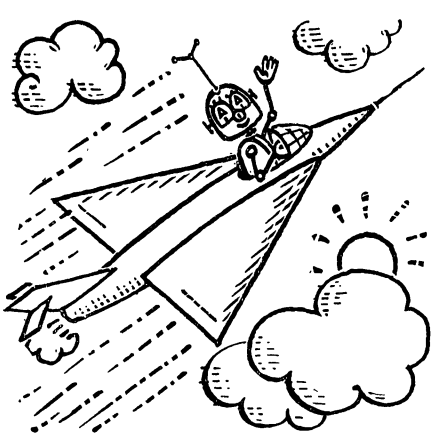
Многим, вероятно, приходилось видеть, как токарь работает за токарным станком. Точными движениями он нажимает рукоятки, подводит к детали резец. Если рабочий делает много одинаковых деталей, его движения становятся привычными, заученными, он их производит почти не задумываясь. Такую работу лучше поручить станку-автомату, который без вмешательства человека будет делать то же самое, но, что очень важно, значительно точнее и быстрее. Правда, такие станки могут, как правило, обрабатывать одно, вполне определенное изделие, но если «тираж» продукции составляет многие тысячи штук, затраты на создание станка-автомата окупятся быстро.

Итак, *автоматы прежде всего нужны там, где налажено массовое производство изделий*: на автомобильных, тракторных, часовых заводах, на предприятиях текстильной, пищевой промышленности. Они позволяют резко увеличить производительность труда.

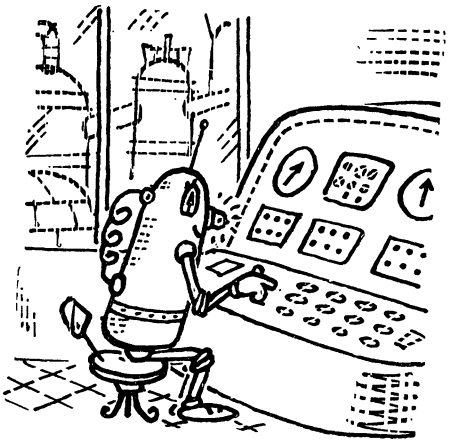
Техника наших дней — это техника огромных скоростей. Современный реактивный самолет пролетает за секунду сотни метров. Роторы паровых и газовых турбин делают тысячи оборотов в минуту. Ракета, выводящая космический



Каждый второй носит часы, почти в каждом доме — настенные часы, будильники. Попробуй, изготовь их вручную, когда на Земле больше трех миллиардов людей.



Современный реактивный самолет за секунду пролетает сотни метров. Только автомат способен управлять таким стремительным полетом.

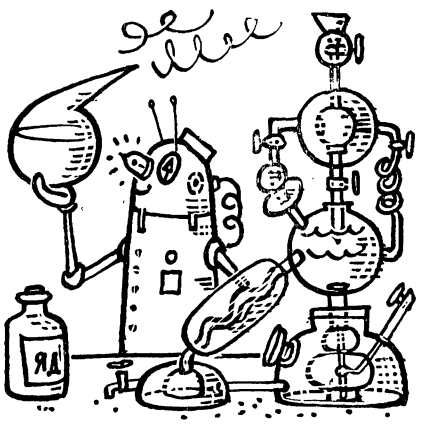


Трудно уследить человеку за малейшими изменениями температуры, давления, силы тока. Автомат справляется с этим легко и притом безошибочно.

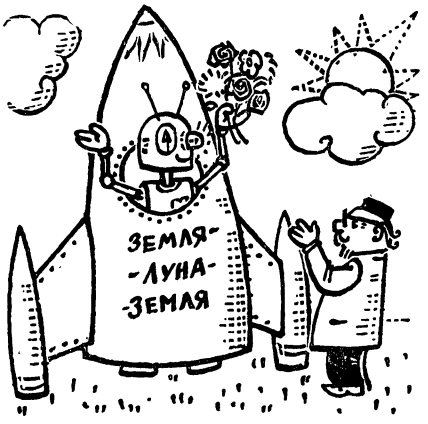
корабль на орбиту, движется со скоростью несколько километров в секунду. Попробуйте уследить без автоматических помощников за такими стремительными процессами! *Лишь автоматы обладают необходимой быстротой реакции.* Они не дадут ротору турбины превысить обороты, не позволят самолету или ракете отклониться от заданного курса.

Не обойтись без автоматики и при осуществлении многих «тонких» технологических процессов. Вот, например, химическое производство. Иногда малейшее отклонение температуры, давления, концентрации веществ от заданной величины приводит к браку или делает химическую реакцию невозможной. На ход реакции в ряде случаев влияет напряжение или сила тока, интенсивность электрического или магнитного поля и многое другое. Наши органы чувств не могут реагировать и тем более отмечать малейшие изменения этих физических величин. Такой способностью человек наделяет автоматические устройства.

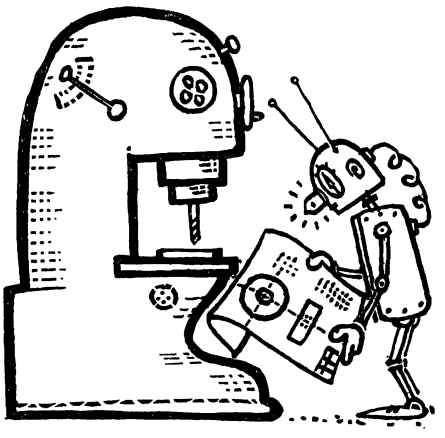
Нужна автоматика и в производствах, которые опасны для жизни и здоровья людей. Таких производств немало: получение радиоактивных веществ и работа на атомных электростанциях, изготовление красителей для текстильной промышленности и сильных ядов для борьбы с сельскохозяйственными вредителями, многие взрывоопасные производства. Человеку вредно здесь находиться, а в целом ряде случаев — просто невозможно. И человеку помогают автоматы.



Автоматы очень нужны там, где опасно и вредно трудиться человеку.



Без автоматов невозможно было бы запустить космическую ракету.



Автоматы помогают ученым конструировать и испытывать новые станки.

Они работают надежнее, а если и ошибаются, то это не сопровождается жертвами.

Или возьмем изучение космоса. Советские люди первые побывали в космическом пространстве. Удалось это сделать с помощью самых совершенных средств автоматики. Человек еще не приближался к другим планетам солнечной системы, однако спутника Земли — Луну уже «увидели» автоматические межпланетные станции. Без средств автоматики сфотографировать обратную сторону Луны было бы невозможно.

Автоматы стали верными помощниками в лабораториях ученых, при конструировании и испытании новых машин. Они регистрируют и подсчитывают метеоры, влетающие в земную атмосферу, производят измерения различных физических величин и записывают их на ленту, делают снимки искровых разрядов и т. д.

Нужно отметить еще одну важную область применения автоматики — сельское хозяйство. Наш народ взял курс на крутой подъем сельскохозяйственного производства. В решении этой задачи автоматика сыграет большую роль.

На Украине прошел испытания автоматический свеклоуборочный комбайн. Машина уверенно двигалась вдоль рядков свеклы и производила уборку. Ее вел не человек, а специальная следящая система. Для уборки хлопка тоже создана автоматическая машина. Уже работают системы орошения, которые автоматически подают воду на поля в зависимости от влажности почвы. При этом учитывается даже прогноз погоды: автоматы не пустят воду, если вскоре ожидается дождь. Действуют и полностью автоматизированные теплицы. В них без вмешательства человека включается и выключается освещение, вентилируется воздух, производится подкормка растений удобрениями. В инкубаторах автоматы следят за температурой воздуха и сигнализируют о появлении цыплят.

А вот автоматическая линия обработки яиц. В птичнике длиной около 100 *м* вдоль гнезд тянется конвейер. На него скатываются из гнезд яйца и доставляются на яйцесборочный стол. Здесь яйца сортируются, подвергаются клеймению и отбраковке, а затем специальный автомат осторожно укладывает их в тару.

С детства нас учат беречь время, не тратить его попусту. Сейчас экономия времени стала такой же важной задачей, как экономия сырья, электроэнергии. На предприятиях, в конструкторских бюро, в научно-исследовательских институтах сохранять время помогают математические машины-автоматы. Они решают сложнейшие математические задачи, причем делают это в тысячи раз быстрее, чем человек.

Итак, мы назвали основные области применения автоматических устройств. Легко увидеть, что люди строят автоматы не наобум, используют их не где вздумается. Создание и применение автоматов вызваны потребностями производства, нуждами общества.

Теперь поближе познакомимся с принципами, которые легли в основу создания автоматических устройств.

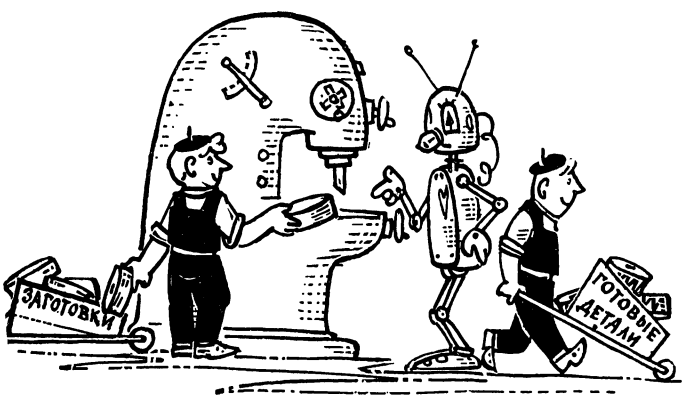
■

СТАНКИ-ПОЛУАВТОМАТЫ И СТАНКИ-АВТОМАТЫ

Полностью автоматизированные станки появились не сразу. Вначале автоматизировались операции, связанные непосредственно с обработкой детали.

В цехе стоит станок. Рабочий закрепляет в нем заготовку и нажимает кнопку пуска. Станок без постороннего вмешательства, сам обрабатывает деталь. Рабочий снимает готовое изделие, закрепляет новую заготовку и опять пускает машину. Перед нами **станок-полуавтомат.** Для изготовления каждой новой детали на нем, повторения автоматического цикла требуется вмешательство рабочего.

Освоив полуавтоматы, люди затем научились делать станки, в которых подача заготов-



Станок-полуавтомат. Человек должен поставить в него заготовку и снять готовую деталь. Остальное сделает сам станок.

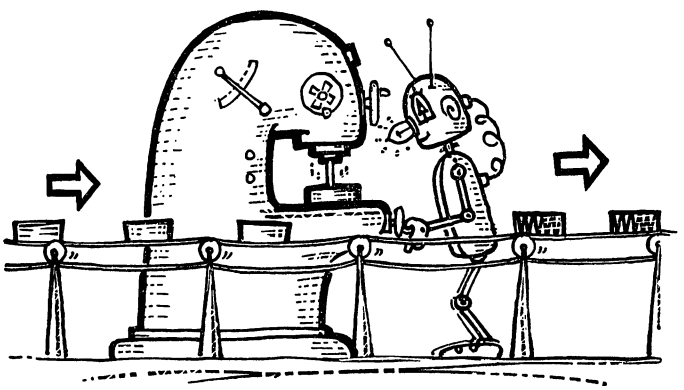
ки, закрепление ее в станке, обработка, снятие готовой детали и очередной пуск станка производятся самой машиной, без участия рабочего. Это **станки-автоматы,** новый этап автоматизации производства.

Специальные станки-автоматы, как правило, устроены более просто, чем универсальные станки, на которых можно изготовлять самые разнообразные детали.

У станка-автомата имеется распределительный вал, снабженный выступами-кулачками. Эти кулачки при повороте вала передвигают толкатели и заставляют сверла и резцы воздействовать на деталь. Совершит распределительный вал один полный оборот —изделие полностью обработано.

Новый оборот — и цикл повторяется снова.

Если наладка такого станка-автомата в процессе его работы будет расстроена, то он начнет выдавать брак. Подобные автоматические устройства, лишенные самоконтроля, называются циклическими или нерефлекторными. Это первая ступень автоматизации.



Автомат все операции делает сам, без вмешательства человека.

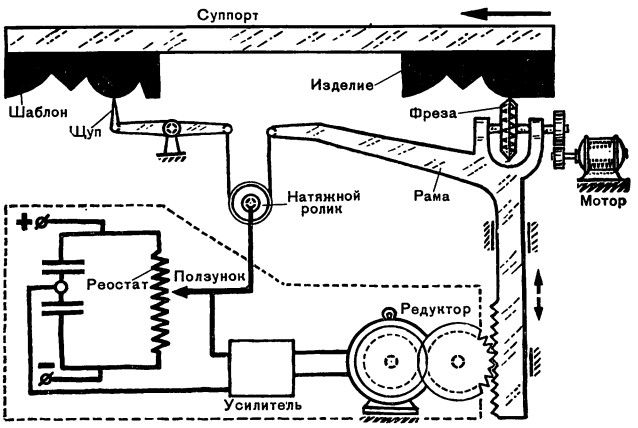


Схема работы автоматического фрезерного станка.

Более сложные станки-автоматы удалось наделить «органами чувств». Эти станки сами контролируют свою работу, сами настраиваются на более выгодный режим, сами предотвращают брак. Станки, способные следить за своими действиями во время работы, относятся к рефлекторным автоматическим устройствам. Конструкция их может быть самой разнообразной. Чтобы разобраться в ней, познакомимся с важным понятием автоматики — обратной связью.

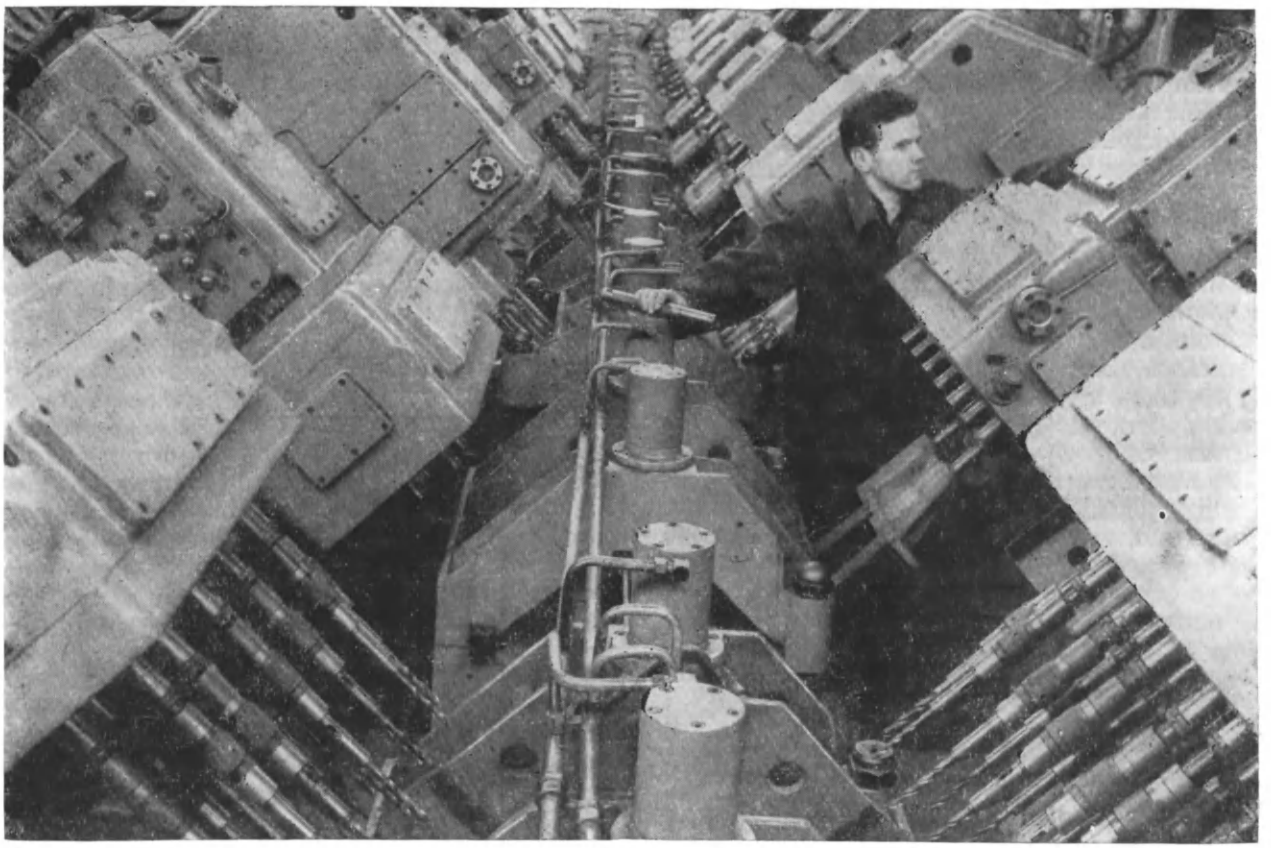
ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ

Мальчика звали Гемпфри Поттер. Жил он в Англии два с половиной века назад, был беден, поэтому с детства должен был зарабатывать себе на хлеб. Трудился он на шахте. Там откачивали воду при помощи паровой машины.

Действовала она так: в цилиндр под поршень из парового котла впускался пар. Он поднимал поршень до самого верха. Потом паровой кран закрывали, открывали другой, и в цилиндр поступала холодная вода. Пар конденсировался, в цилиндре образовывалась пустота, и поршень под действием атмосферного давления опускался вниз. Движение поршня передавалось насосу.

Обязанности Гемпфри Поттера были просты: поочередно открывать и закрывать краны. Когда ему надоела такая однообразная работа, он решил поручить ее... самой машине.

Гемпфри связал шток поршня и краны веревочками. Как только поршень оказывался вверху, веревочки натягивались, закрывали паровой и открывали водяной кран. В нижнем положении открытым оказывался паровой кран, а водяной — закрытым.



Автомобильный завод им. Лихачева. Автоматическая линия для обработки блоков цилиндров V-образного двигателя грузового автомобиля.

Эта способность сейчас используется во многих устройствах. Возьмем, например, автомобильный двигатель. В нем в строгой последовательности открываются то одни, то другие клапаны, благодаря чему чередуются такты: всасывание рабочей смеси, сжатие ее, рабочий ход и выпуск газов.

В технике существуют условные понятия: «вход» и «выход» машины. В паровой установке «вход» — это подача пара, «выход» — движение поршня. Если они между собой связаны, то говорят, что осуществлена **обратная связь**, т. е. связь выхода с входом.

В паровой машине или в автомобильном двигателе эта связь является **положительной**, так как движение поршня (выход машины) воздействует на клапаны (вход машины) так, что поршень снова начинает двигаться.

Положительная обратная связь широко применяется не только в механических устройствах, но и в электрических схемах, например в радиоприемниках. Связав при помощи специальной катушки выход — цепь анода с входом — цепью управляющей сетки, увеличивают напряжение принятого сигнала в 10—20 раз. Это позволяет сократить число усилительных ламп.

Иную задачу решает обратная связь в автоматических регуляторах. Каждый такой прибор имеет чувствительный элемент, или датчик,— устройство, которое чутко реагирует на изменение оборотов двигателя, уровня жидкости в баке, температуры в печи и т. д.

В автоматическом регуляторе, созданном двести лет назад И. И. Ползуновым, чувствительным элементом служил поплавок. Когда вода поднималась выше нужного уровня, поплавок поднимался вместе с ней и через несложное устройство прекращал подачу воды в котел.

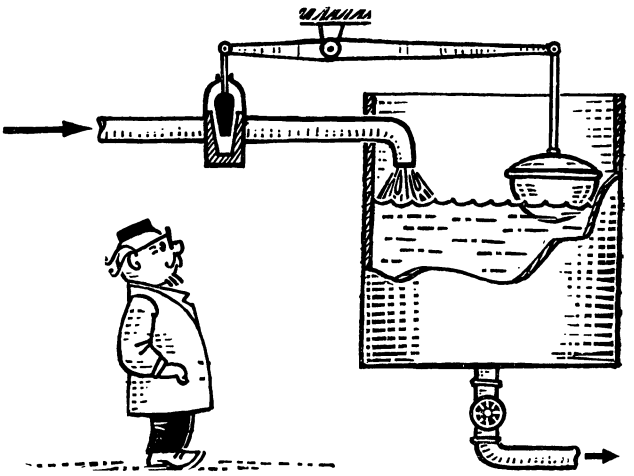
Многим известен центробежный регулятор оборотов. Если вал той или иной машины разовьет недопустимо большую скорость вращения, шары регулятора разойдутся, поднимутся выше. Это изменение положения шаров тотчас передаст через систему рычагов «команду» заслонке, и в машину будет поступать меньшее количество пара, топлива или воды. Двигатель сразу сбросит обороты. При замедлении скорости вращения двигателя регулятор увеличит поступление пара или топлива и обороты выравняются.

Во всех подобных регуляторах тоже осуществлена связь выхода с входом. Но связь эта иного характера, ее называют **отрицательной обратной связью,** так как на увеличение уровня воды или оборотов регулятор отвечает уменьшением подачи воды, топлива.

Цепи обратных связей — необходимый элемент современных автоматических машин и механизмов. Создавая их, человек, порой бессознательно, копировал... собственный организм. Чувствительные клетки любого живого организма постоянно получают сигналы от внутренних органов и из внешнего мира. По нервным волокнам эти сигналы поступают в мозг, который их анализирует и отдает команды различным органам.

Вы вошли с мороза в теплую комнату. Теплочувствительные клетки кожи тотчас сообщили об этом в мозг. И тот подает команду сердцу, которое сбавляет ритм работы, начинает менее энергично накачивать кровь.

Однако обратные связи в живом организме значительно сложнее, чем в любой автоматической машине (см. статьи «Высшая нервная деятельность» и «Нервная система» в т. 7 ДЭ). Прежде чем организм ответит реакцией на полученное раздражение, мозг сравнит поступившие сигналы между собой, произведет их анализ, после чего отдаст соответствующую команду.



Поплавковый регулятор, в котором использована отрицательная обратная связь, сам «заботится» об уровне жидкости в баке.

Создавая автоматы, инженеры и изобретатели старались снабдить их устройствами, которые выполняли бы те же задачи, что и нервные клетки организма. Роль этих «клеток» в современной автоматике играют всевозможные датчики, усилители и реле.

■

„ОРГАНЫ ЧУВСТВ“ АВТОМАТОВ

Датчики

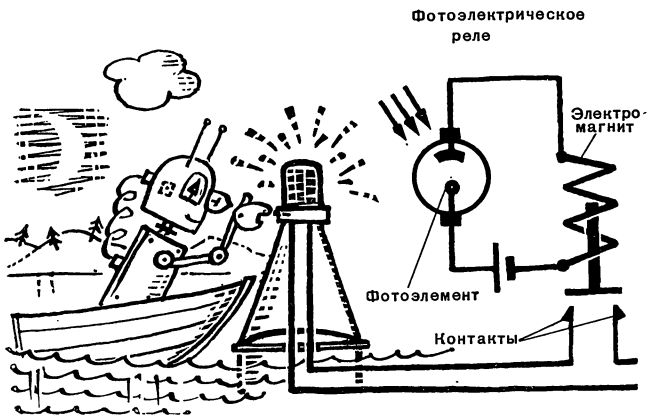
Часто можно слышать о «глазах», «ушах», «чутких пальцах» машины. Разумеется, это только образные сравнения, они позволяют лучше понять принцип действия того или иного автомата. Когда говорят об «органах чувств» автоматических устройств, то имеют в виду «чувствительные элементы», или д а т ч и к и, реагирующие на изменения каких-либо физических параметров.

Приведем несколько примеров.

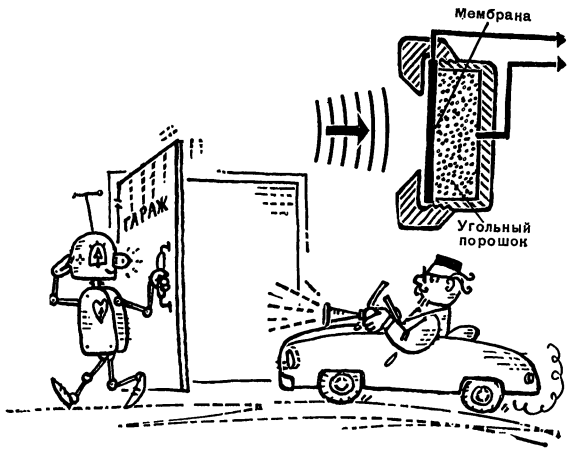
...В цехе работает обыкновенный полуавтомат. Станок заканчивает обработку детали, и резец оказывается в крайнем положении. Вместе с резцом передвинулся и специальный упор, который нажимает на рукоятку станка, и станок останавливается. Конечный выключатель — так называется это устройство,—работая как бы «на ощупь», выполнил операцию выключения не хуже человека.

По глади водохранилища мчится теплоход на подводных крыльях. Наступили сумерки, но рулевой уверенно ведет корабль: впереди зажглись красные и белые огни бакенов. Кто их включил? Автомат, питаемый аккумуляторами. А «глазом» этого автомата служит фотоэлемент.

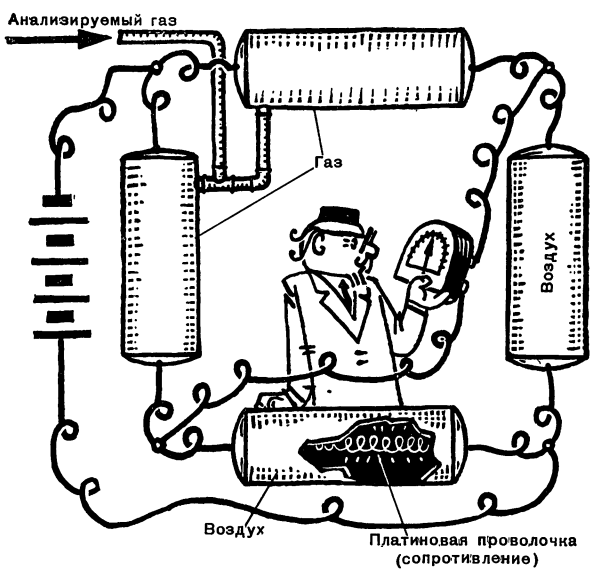
Круглые сутки смотрит он в небо. Днем, когда светло, в фотоэлемент попадает много



Фотоэлементы — «зрение» автоматов.



Автоматы имеют и «уши» — это микрофоны.



Сопротивления из платины, помещенные в исследуемый газ, служат автоматам органом «обоняния».

света и он хорошо пропускает ток. Электромагнит под действием этого тока размыкает цепь питания фонаря. С наступлением вечера свет, воздействующий на фотоэлемент, ослабевает и ток в его цепи прерывается. Одновременно пружина, которая днем удерживалась электромагнитом, замыкает цепь питания фонаря бакена, и он загорается. А утром этот же элемент погасит фонарь.

Есть у некоторых автоматов и электрические «уши». Это знакомый каждому микрофон. Предположим, его установили перед входом в гараж. Стоит подъехавшей автомашине дать сигнал, как под действием звуковых волн угольный порошок микрофона изменит свое сопротивление и соединенный с микрофоном автомат включит электромотор. Створки ворот раздвинутся — машина может въезжать в гараж. Чтобы автомат узнавал «свою» машину, его немного усложняют, заставляют срабатывать, например, только на четыре коротких сигнала.

Обоняние позволяет нам различать самые разнообразные запахи. Наделены «обонянием» и автоматы, установленные, например, в шахте. Известно, какую опасность под землей представляют горючие газы. Если их концентрация велика, то от случайной искры может произойти взрыв. Чтобы этого не случилось, в разных местах шахты устанавливают небольшие коробки с мембранами. Внутри каждой коробки — раскаленная током спираль.

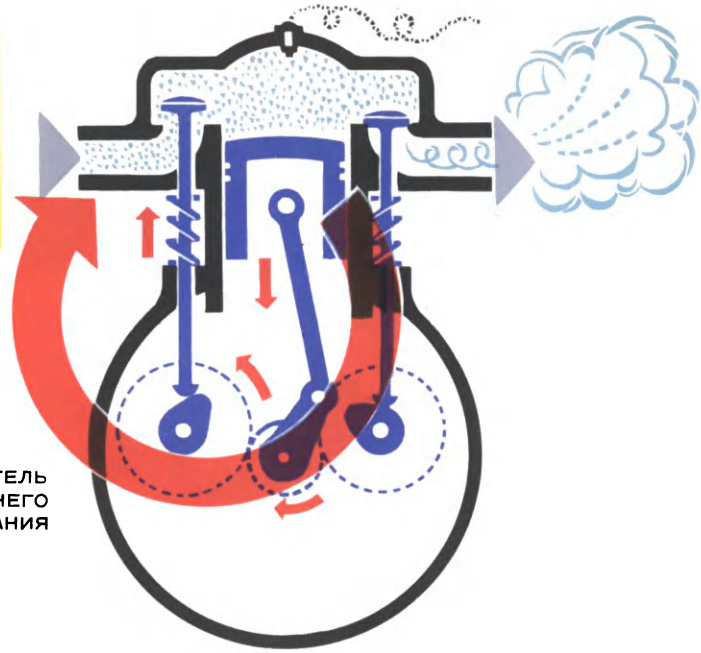
Горючие газы, попав в коробку через ее пористые стенки, сгорают, и от этого внутри создается пониженное давление. Мембрана втягивается в коробку и замыкает при этом контакт сирены или другого сигнала, предупреждающего об опасности.

В текстильном, химическом и ряде других производств очень важно иметь растворы кислот строго определенной концентрации. Есть датчики, которые чутко отзываются на «вкус» раствора.

В бак, где смешивается, например, серная кислота с водой, опущены два электрода. Если концентрация раствора нормальна, в бак не-

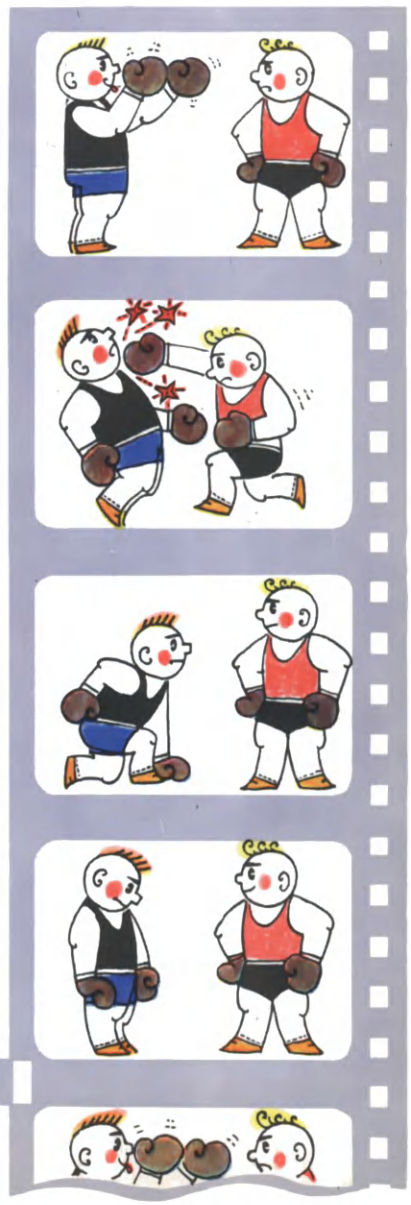
Обратная связь — основа действия автоматической системы. *В середине* — обобщенная схема устройства с обратной связью. *Вверху и слева* — положительная обратная связь. Художник образно сравнил ее с поведением игроков в настольный теннис, каждый из которых отвечает ударом на удар противника. *Внизу и справа* — отрицательная обратная связь. Ее художник сравнил —тоже, конечно, очень условно — с поведением двух боксеров, из которых один все время поддразнивает другого, затем, после удара, некоторое время ведет себя хорошо, а потом снова принимается за старое.

ПОЛОЖИТЕЛЬНАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

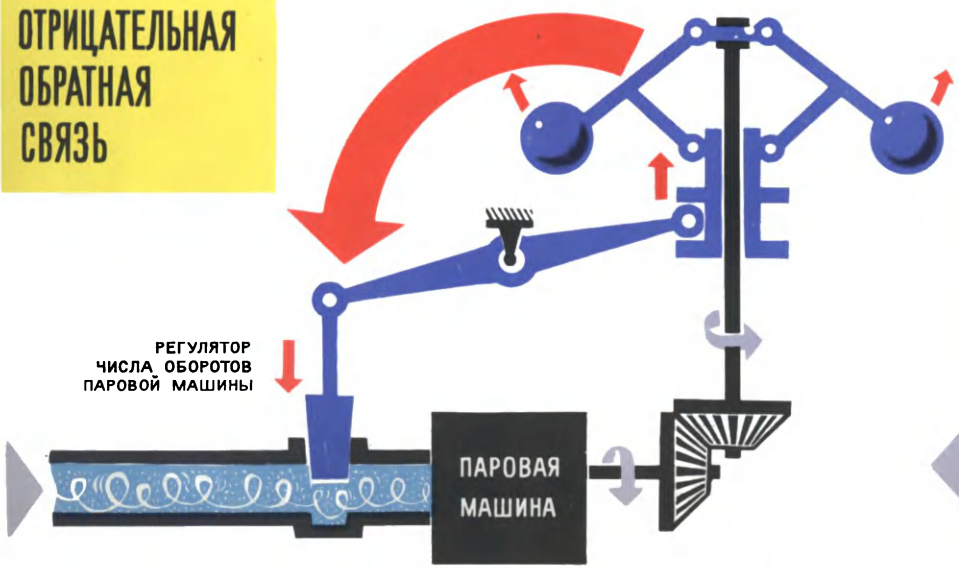


ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

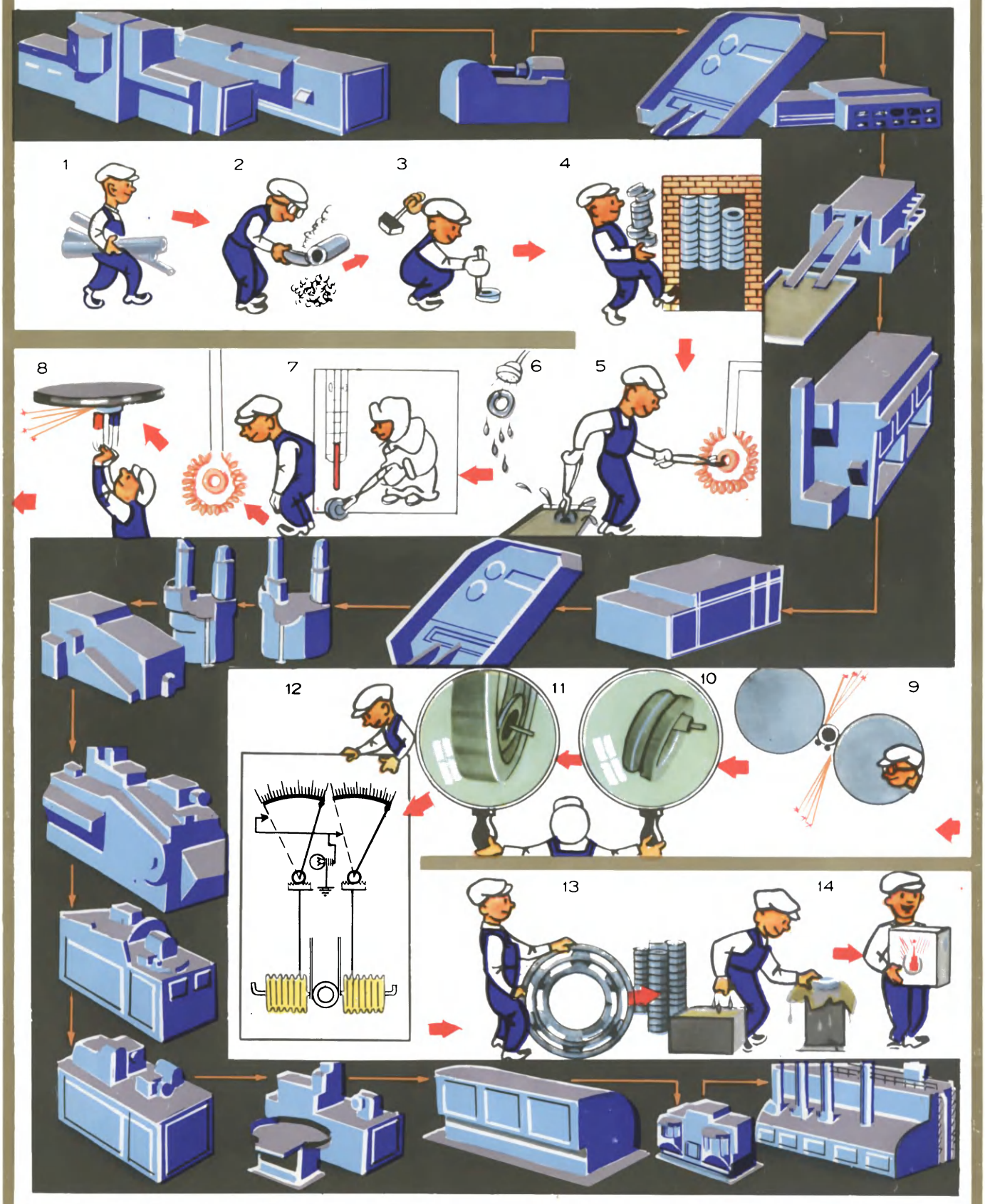
ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА УСТРОЙСТВ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ



ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ



РЕГУЛЯТОР ЧИСЛА ОБОРОТОВ ПАРОВОЙ МАШИНЫ


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

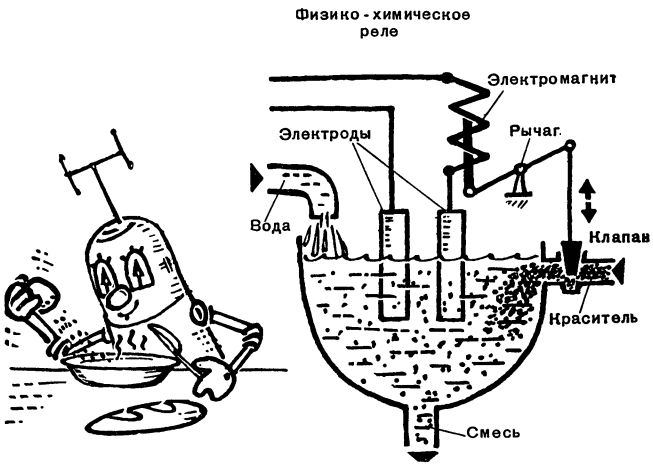
прерывной струей вливается кислота. Но вот концентрация превысила допустимую. Электропроводность раствора возросла. Ток между электродами, а значит, и во всей цепи, куда они включены, увеличивается. А этого достаточно, чтобы сработал электромагнит и прекратил поступление кислоты.

Кроме пяти органов чувств — осязания, зрения, слуха, обоняния и вкуса, человек имеет еще так называемый вестибулярный аппарат, расположенный во внутреннем ухе (см. ст. «Органы чувств» в т. 7 ДЭ). Стоит человеку наклонить голову или изменить положение тела, вестибулярный аппарат подает в головной мозг соответствующий сигнал. Вестибулярный аппарат реагирует также на вращение тела и на поступательное движение. Он играет огромную роль в обеспечении равновесия.

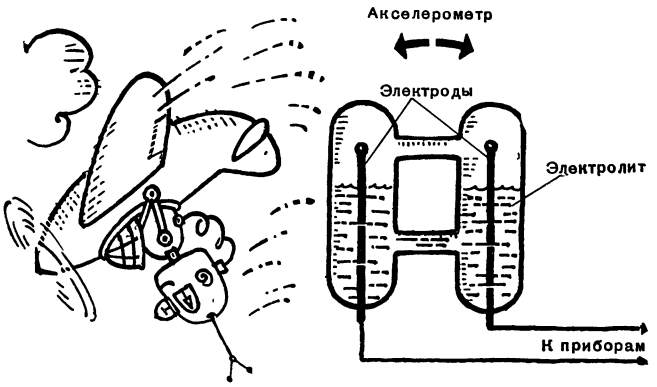
В автоматике создано немало устройств, обязанности которых подобны обязанностям вестибулярного аппарата человека. Например, автопилот в самолете. Этот прибор не только не дает самолету сбиться с курса. Не позволит он гигантской машине даже немного накрениться.

Главная его деталь — гироскоп. Это вращающийся волчок, который всегда стремится сохранить положение оси вращения. И если самолет накренится, волчок останется на месте, а ползунок, укрепленный на нем, начнет перемещаться по контактам. Это тотчас приведет в движение соответствующие сервомоторы, и самолет выравняется.

Итак, датчики современных автоматических устройств вполне справляются с обязанностями всех органов чувств, которыми наделен человек. Причем подчас они «видят» и «слышат» то, что нам недоступно. Люди не слышат ультразвук, их зрение не реагирует на инфракрасные, ультрафиолетовые, рентгеновские лучи. А датчики, если нужно, чутко отзываются и на эти «раздражения». А можем ли мы замечать ничтожные колебания атмосферного давления или реагировать на электрические или магнитные поля? Нет. Специальные же датчики автоматов наделены такой способностью. Они безошибочно отмечают малейшие изменения силы тока, величины напряжения, магнитных и других свойств вещества. Родившиеся в датчиках сигналы — это ценная и точная информация о том, как работает та или иная машина, как протекает технологический процесс.



Автоматы умеют определять и «вкус» растворов — их концентрацию.



У автоматов есть и «вестибулярный» аппарат.

Эти датчики реагируют на изменение температуры и давления.

Автоматическая линия для производства подшипников здесь показана упрощенно: *1* и *2*— механическая обработка труб и получение заготовок внутренних и наружных колец; *3* — клеймение колец; *4* — магазин для хранения запаса колец; *5* — термообработка; *6* — очистка водой от окалины; *7* — обработка холодом и снова закалка; *8* — плоское шлифование; *9* — шлифование внешнего обода кольца; *10* — шлифование канавок под шарики; *11* — обработка внутренней поверхности внутреннего кольца; *12* — автоматический контроль; *13* — сборка подшипников; *14* — смазка и упаковка готовых подшипников.

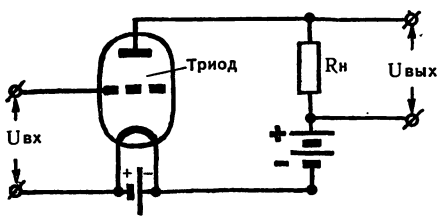
Усилители

И не беда, если сигналы датчика слабы, незначительны по величине. Их силу можно многократно умножить. Эти обязанности выполняют усилители. В схемах автоматики нашли распространение усилители разных типов.

Наиболее чувствительны электронные усилители; их главные элементы — радиолампы или полупроводниковые триоды.

Широкое распространение получили и так называемые магнитные усилители. Постоянный ток, возникающий в цепи датчика, протекает по одной обмотке магнитного усилителя. Вторая обмотка его включена в сеть переменного тока. Небольшие изменения тока в первой обмотке вызывают значительные его изменения во второй. А это и нужно для усилителя сигналов. Магнитные усилители могут иметь мощность от долей ватта до сотен киловатт. Они исключительно надежны, так как не имеют хрупких или движущихся деталей.

Распространены в схемах автоматических устройств электромашинные усилители. Как видно уже по названию, это своеобразная электрическая машина. Ее генератор постоянного тока вращается посторонним двигателем. Ток, отдаваемый этим генератором, зависит, как известно, от тока возбуждения, протекающего в обмотках магнитных полюсов. Если в цепь возбуждения включен датчик, то ток в ней будет изменяться соответственно изменениям контролируемой величины. Значит, и ток, отдаваемый генератором, будет изменяться по тому же закону — сигнал датчика оказывается усиленным.



Главный элемент электронного усилителя — радиолампа. ($U_{вх}$ — напряжение входного сигнала, $U_{вых}$ — выходное напряжение, $R_н$ — сопротивление нагрузки.)

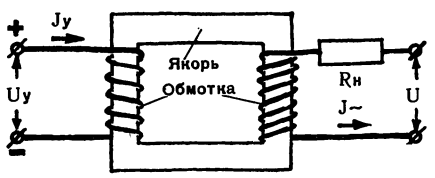


Схема магнитного усилителя. Сигнал усиливается в магнитном поле ($I_у$ — усиливаемый ток, $U_у$ —усиливаемое напряжение, $R_н$ — сопротивление нагрузки, $I \sim$ — переменный ток, $U \sim$ — переменное напряжение).

Применяется немало и других типов усилителей — гидравлических, пневматических, пневмоэлектрических — всех не перечислишь. Причем часто усилители разных типов работают сообща, например ламповый совместно с электромашинным. Первый из этих усилителей производит предварительное усиление сигналов датчика, выход лампового усилителя подключен к входу электромашинного. Сигнал-карлик становится настолько мощным, что может заставить действовать любой исполнительный механизм, например вращать двигатель.

Однако очень часто от датчика или усилителя его сигналов требуется только одно: включить или выключить то или иное реле.

Реле

В середине XIX в. во многих странах стали строить электрические телеграфы, и тут обнаружилось, что ток батареи передающей станции ослабевает с расстоянием из-за сопротивления проводов и утечки на линии.

До конца длинной линии ток доходил настолько ослабевшим, что приемный телеграфный аппарат не работал.

И строители телеграфов нашли выход из положения.

Всю линию они разделили на несколько участков. В конце каждого из них поместили устройство, состоящее из электромагнита с подвижным якорем и контактом. Приходящий издалека слабый ток попадал в обмотку электромагнита. Якорь притягивался к сердечнику и замыкал с помощью контактов цепь тока от местной батареи. И уже этот ток, гораздо более сильный, чем пришедший, направлялся в следующий участок линии.

Новый электротехнический прибор назвали французским словом реле. Чтобы понять, как возникло это название, вернемся мысленно назад, в XIX столетие.

...Покрытые хлопьями пены, изнуренные кони подтащили к почтовой станции дилижанс. Здесь ловкие кучера быстро сменили лошадей, и дилижанс со свежей упряжкой покатил к следующей станции. Так, «на перекладных», еще

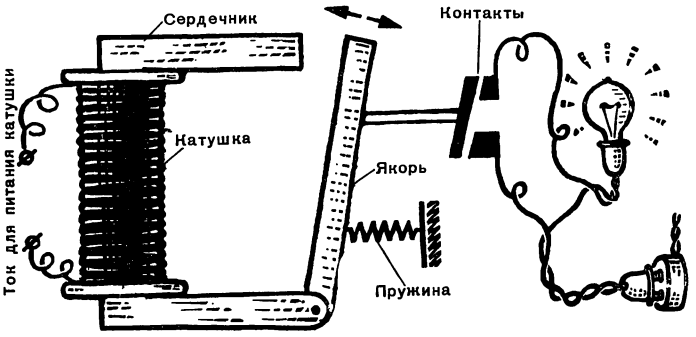
не очень давно путешествовали во многих странах Европы.

Во Франции замена уставших лошадей свежими называлась «реле». Это слово и использовали создатели усилительных станций на телеграфных линиях.

Электромагнитное реле — это электромагнит, якорь которого переключает одну или несколько цепей. Реле не только старейший прибор автоматики, но и один из самых распространенных элементов. Многие автоматические системы, например телефонные станции, содержат тысячи электромагнитных реле.

Чувствительные электромагнитные реле требуют для срабатывания, т. е. переключения контактов из одного положения в другое, мощность не более тысячной доли ватта. Самое короткое время срабатывания электромагнитного реле — тысячные доли секунды. При необходимости время срабатывания можно удлинить (например, в электромагнитных реле времени) до нескольких десятых долей секунды.

Электрическая цепь, по которой приходит сигнал от датчика или усилителя, называется управляющей. Она управляет, командует другой цепью — управляемой, в которой появляется сильный ток. С помощью реле можно заставить работать электродвигатели, нагревательные печи и другие исполнительные механизмы, включенные в управляемую цепь.



Электромагнитное реле — один из первых и главных элементов автоматики. Оно пускает в ход машины, изменяет направление движения, останавливает процессы.

В автоматике, кроме магнитных, применяется много других типов реле — электронных, фотоэлектрических, электромеханических и т. д.

Таким образом, реле — это такое устройство, которое при плавном изменении входного воздействия переходит скачком из одного положения равновесия в другое: при достижении известного значения входной (управляющей) величины резко, скачком изменяется выходная (управляемая) величина.

Между реле и усилителями есть много общего, поэтому сравнительно нетрудно усилительную схему заставить работать в релейном режиме, т. е. обеспечивать не плавное, а скачкообразное изменение той или иной величины.

■

ЧЕТЫРЕ «ПРОФЕССИИ» АВТОМАТОВ

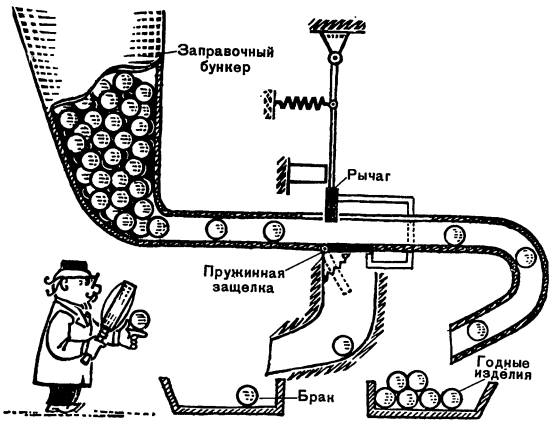
Теперь, когда мы познакомились с основными элементами автоматических устройств и их взаимосвязью, рассмотрим области применения, «профессии» автоматов. Несмотря на то что автоматов создано и создается огромное количество, все их можно разделить на четыре группы: на автоматические устройства контроля, защиты, регулирования и управления.

Автоматы контролируют

Автоматический контроль — это первая ступень автоматизации любого процесса. Она сводится к сравнению, например, размеров изготовляемой детали с заданным их значением. Совершенно ясно, что от точности контроля зависит качество продукции, соответствие ее стандарту, чертежам, а от быстроты — производительность станка, цеха, предприятия. Конечно, можно контролировать без автоматов, вручную.

Но выгодно ли это?

Предположим, станок-автомат делает крепежные болты. Чтобы изготовить один болт, требуется всего 1—2 секунды, а на контроль болта при помощи резьбовых колец, т. е. вручную, уходит полминуты. Если за станком наблюдает всего один рабочий-наладчик, то для контроля продукции станка потребуется добрый десяток человек. Ясно, что контроль такой массовой продукции нужно автоматизировать.



Автомат-контролер. Шарик большего размера не попадает в тару. На своем пути он заденет рычаг и окажется в отдельном бункере.

В ряде случаев, когда контролируемая величина изменяется очень быстро или когда нужна особенная точность, контроль вручную вообще неприменим.

Но контроль, даже если его делает автомат, может производиться по-разному. Предположим, деталь полностью готова и контролирующее устройство лишь отделяет годные детали от негодных.

Это пассивный контроль. При нем автомат-контролер не вмешивается в производственный процесс.

Более совершенен контроль активный, когда по результатам измерений автомат-контролер производит подналадку машины, корректирует ход технологического процесса и может даже остановить станок в случае, например, поломки инструмента. Иногда контролирующие автоматы при нарушении технологического процесса подают звуковой или световой сигнал.

Активный контроль позволяет до минимума уменьшить возможность брака. Это подтверждается, например, опытом первого ГПЗ в Москве, где работает около 800 систем активного контроля.

Устройство и назначение автоматов контроля весьма разнообразны. В них используются законы механики, оптики, электротехники. Наибольшее распространение получили электрические контролеры, которые отличаются быстротой действия, малыми размерами и весом, позволяют передавать результаты контроля на большие расстояния.

Рассмотрим, например, как контролируется скорость движения газа по трубам химического завода. В трубе закреплен датчик — тонкая платиновая проволочка длиной в несколько сантиметров. Она нагревается током до 100—400°. Сопротивление же металлического проводника, как известно, при понижении температуры падает.

Чем быстрее мимо проволочки движется газовый поток, тем сильнее она охлаждается, тем, следовательно, меньше ее сопротивление и больше ток в цепи. Изменения этого тока заставляют срабатывать реле и приводить в действие механизм, уменьшающий или увеличивающий поступление газа. Таким образом автомат-контролер активно воздействует на количество подаваемого по трубам газа.

Следует отметить, что и наиболее простые, механические контролеры не собираются уходить со сцены. Наоборот, их становится все больше и больше. Вот один из них.

В цехе, изготовляющем шарики для подшипников, стоит простой автомат, контролирующий их размеры. Из бункера шарики один за другим катятся по желобу без дна, причем борта желоба не параллельны друг другу, а представляют собой две постепенно расходящиеся полоски. В том месте, где ширина шарика точно равна ширине желоба, шарики проваливаются вниз и падают в отсеки приемника. Самые мелкие шарики падают в начале желоба, наиболее крупные — в конце его. Шарики одинакового размера попадают в один бункер. За час такая простая установка может рассортировать несколько тысяч шариков.

Выбор системы того или иного контрольного автомата, его конструкция определяются многими факторами — скоростью, точностью контроля, простотой схемы, стоимостью автомата.

Меченые атомы в автоматике

Армию автоматических контролеров множат новые открытия в физике, электронике, химии и других науках. Многие из вас знают, что такое меченые атомы (см. ст. «Великий закон» в т. 3 ДЭ). Напомним: это разновидности атомов — изотопы, которые вследствие своей радиоактивности нестабильны. Их называют «мечеными», ведь они, в отличие от своих стабильных собратьев, излучают альфа-, бета- и гамма-лучи. Вот на эти-то меченые атомы и возложили функции контролеров, причем справляются они с этой работой очень хорошо.

...Перед нами большая сложная машина. Она прокатывает металл, изготовляет из него полосу толщиной в несколько миллиметров. Лента быстро проносится между валками. Раньше, чтобы измерить ленту, приходилось периодически останавливать прокатный стан и проверять толщину ее. Теперь все измерения производятся автоматически, с помощью радиоактивных изотопов.

С одной стороны ленты прикреплен излучатель, с другой — счетчик. Пока толщина проката постоянна, счетчик принимает излучение одной и той же интенсивности. Но вот чуткий счетчик «заметил»: излучение ослабло. Значит, толщина контролируемого проката увеличилась. И механизмами отправляется соответствующий сигнал. Автомат изменяет расстояние между валками, и снова идет прокатываемая лента нормальной толщины. С помощью такой аппаратуры выпуск стальной ленты удалось ускорить почти в три раза!

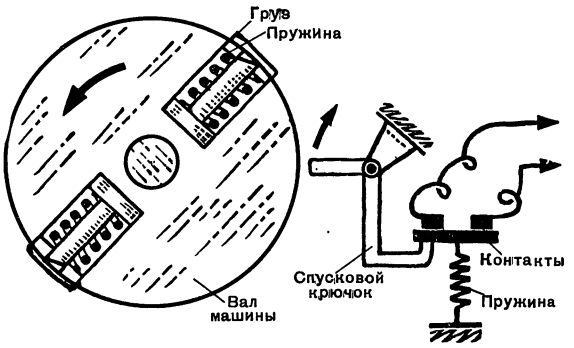
Автоматы-контролеры с радиоактивными счетчиками работают теперь на многих производствах.

Надежная защита

Вторая «профессия» автоматических устройств — **автоматическая защита**. Выполняя эту обязанность, автомат не только сигнализирует об опасностях, связанных с отклонением от технологических норм, но и приостанавливает весь процесс.

Простейшим таким автоматом являются обыкновенные электрические «пробки» в вашей квартире. Они охраняют сеть от слишком большого тока — причины пожара или других неприятных последствий. Стоит в квартире случиться короткому замыканию, тоненькие свинцовые или медные проволочки в «пробках» перегорают и ток автоматически выключается. Более удобны «пробки» с биметаллической пластинкой. Если через них протекает ток больше допустимого, пластинка, нагретая током, изгибается и размыкает электрический контакт. Охладившись, пластинка принимает первоначальную форму, замыкает контакт, и в квартиру снова поступает ток.

Чрезмерная скорость вращения вала очень опасна для мощных генераторов, компрессоров и насосов. Это явление обычно возникает при резком уменьшении нагрузки, например в результате аварии. Чтобы не допустить разрушения машины, во вращающийся вал вставлены грузы, удерживаемые в углублениях пружиной. Когда обороты вала превысят нормальные, пружины уже не смогут удерживать грузы, центробежные силы заставят их выйти из углублений и задеть за спусковой крючок. Моментально включится тормозной механизм или реле, которое прекратит подачу энергии к машине, остановит ее.

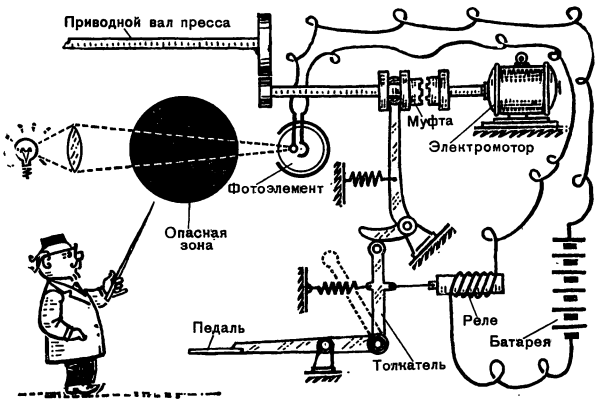


Если скорость вращения вала машины окажется выше допустимой, автомат прекратит подачу энергии.

В нашей стране построены крупнейшие линии высоковольтной электропередачи. Короткое замыкание на такой линии, которое может случиться, например, при обрыве провода,— серьезная авария. Но от нее не пострадают ни генераторы, ни трансформаторы, ни соседние станции, включенные в ту же сеть. Линию зорко охраняют мощные автоматические выключатели. При коротком замыкании они отключают аварийный участок, а потребители продолжают получать электроэнергию от других станций.

Опасны и высокие напряжения, возникающие в линии при ударе в нее молнии. Поэтому все подвешенные над землей провода — это относится и к линиям связи — снабжаются специальными автоматами защиты — разрядниками. В ясную погоду разрядник, включенный между проводом и землей, находится без дела. При ударе в провод молнии возникающее в нем высокое напряжение зажигает в разряднике электрический разряд, подобный жгуту электрической дуги. Сопротивление жгута разряда очень мало — значит, провод на доли секунды оказывается замкнутым на землю. Этого достаточно, чтобы с него «стекли» излишки зарядов. Когда опасность минует и напряжение снизится до нормального, разряд исчезает и линия отключается от земли.

Все больше и больше появляется у нас автоматов, охраняющих жизнь и здоровье людей.



Долго работа на прессах считалась опасной: неосторожное движение рабочего могло привести к травме. Автомат защиты с фотоэлементом исключил опасность.

Каким бы опытным ни был рабочий, обслуживающий пресс, может случиться так, что рука его попадет в опасную зону. Увечье, казалось бы, неизбежно. Но нет, этого не случится. Дело в том, что к прессу приставлен автомат, который предотвращает несчастные случаи. Как же он устроен?

Лучи света от лампочки проходят через опасную зону и попадают на фотоэлемент. Пресс работает. Но стоит рабочему загородить эти лучи, как сработает реле и пресс остановится.

В ряде производств — бумажном, текстильном, мукомольном, химическом — велика опасность возникновения пожаров. Поэтому там приходится принимать дополнительные противопожарные меры. Вот одна из них.

По потолку охраняемого от пожара цеха проходят трубы, в ответвлениях которых установлены форсунки. Если вспыхнет пожар, то температура в помещении сильно повысится, легкоплавкие вставки, закрывающие входные отверстия форсунок, расплавятся. Автоматически включаются насосы, и потоки воды погасят пожар.

Автоматическое регулирование

Важная отрасль автоматики, без которой не может обойтись современная техника, современное производство, — **автоматическое регулирование**. Задача его состоит в том, чтобы в течение определенного времени поддерживать неизменной какую-либо величину. Применяется автоматическое регулирование там, где имеют дело с непрерывными процессами.

О некоторых автоматических регуляторах было рассказано в разделе, посвященном обратным связям. Отрицательная обратная связь выхода машины с входом обеспечивает строгое постоянство оборотов, температуры, влажности, химического состава, давления и других регулируемых величин.

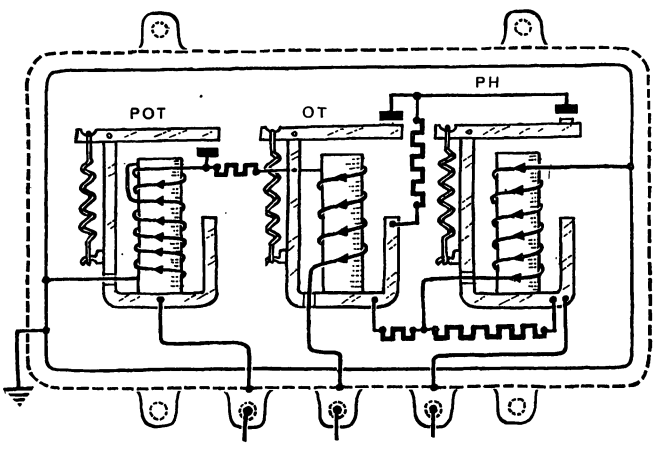
Откройте капот автомашины. Среди прочих устройств, обеспечивающих ее нормальную работу, вы найдете коробку с надписью «реле-регулятор». Для чего она?

Каждый автомобиль имеет свою «электростанцию»— генератор постоянного тока. Напряжение, вырабатываемое им, зависит от числа оборотов автомобильного двигателя. Если бы не было автомата, следящего за величиной напряжения генератора, то при малых оборотах генератор не заряжал бы аккумулятор, а при больших перегорали лампочки фар и портились другие потребители тока.

Р е л е - р е г у л я т о р делает простую работу: он то увеличивает, то уменьшает сопротивление обмотки возбуждения генератора. Стоит напряжению генератора чуть-чуть подняться сверх нормы, щелкают контакты электромагнитного реле и в цепь возбуждения включается дополнительное сопротивление. Ток в этой цепи уменьшается, магнитное поле генератора становится слабее — напряжение генератора понижается.

Есть автоматические регуляторы, которым, в отличие от описанного выше, свойственно «послушание». Это с л е д я щ и е с и с т е м ы.

К городу приближается самолет. Антенна радиолокатора приняла слабый отраженный



Реле-регулятор. РОТ — реле обратного типа; ОТ — реле максимального тока; РН — регулятор напряжения.

сигнал, и тотчас вступила в действие автоматическая следящая система. Она будет держать антенну направленной точно на цель.

Широко распространены копировальные фрезерные станки, работающие по принципу следящих устройств. Они изготовляют копии деталей по моделям. На суппорте устанавливаются модель и заготовка. Легкий щуп скользит по модели, и движения щупа передаются на фрезы, которые обрабатывают заготовку, делают точную копию модели.

Созданы и более совершенные станки, которым модель не нужна. Они работают прямо по чертежу, который станок «читает» с помощью фотоэлемента. А некоторые станки человек «научил» работать по сигналам, записанным на магнитофонную ленту.

Автоматическое управление

Четвертая «профессия» автоматов — **автоматическое управление**. Понятие это более широкое, чем автоматическое регулирование. Попробуем раскрыть его на примерах.

Двигатели постоянного тока, особенно мощные, при пуске потребляют столько электроэнергии, что она может повредить якорь двигателя. Кроме того, большие толчки тока сказываются на работе соседних двигателей, включенных в эту же сеть.

Поэтому применяют пусковой реостат — ступенчатое сопротивление. Им можно пользоваться вручную. Рабочий, включив двигатель, смотрит на амперметр — указатель потребляемого тока. Набирая обороты, двигатель сокращает потребление тока из сети. Рабочий при этом поворачивает рукоятку пускового реостата, уменьшая его сопротивление, и не дает току упасть ниже нормы. И так до тех пор, пока двигатель не разовьет нужных оборотов.

Но значительно лучше работает схема автоматического управления пуском двигателя. Рабочему только нужно нажать кнопку «пуск». Чувствительные реле будут самостоятельно изменять сопротивление в цепи якоря и обеспечат автоматический пуск электродвигателя.

А вот пример посложнее.

Прокатный стан — гигант современной техники — выдает очень важную продукцию: рельсы, балки, полосы. В нем насчитывается несколько десятков двигателей самой различной мощности. Главный двигатель стана приводит в движение прокатные валки, его мощность равна нескольким десяткам тысяч киловатт — этого достаточно, чтобы осветить город с 50-тысячным населением.

Стан дает хорошую продукцию лишь в том случае, если все его двигатели и другие механизмы работают слаженно. Эта слаженность обеспечивается системой автоматического управления. Ходом прокатки руководит оператор.

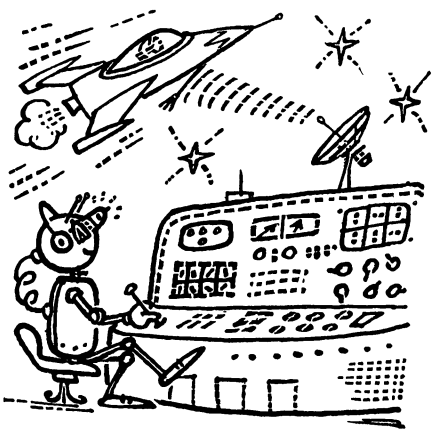
Около 5 тыс. переключений двигателей и других механизмов производит станция управления стана на Магнитогорском металлургическом комбинате. Только связанные в единую систему автоматы способны решить задачу управления таким сложным устройством, каким является прокатный стан.

Автоматическое управление все чаще осуществляется с применением вычислительных машин. Получая информацию от управляемого объекта, «мозг» автоматического устройства — вычислительная машина — анализирует ее, быстро находит единственно правильное решение и отдает соответствующее приказание.

Родная сестра автоматики

Автоматическое управление применяется и при полетах ракет, искусственных спутников Земли, космических кораблей.

Вывод корабля на заданную орбиту или приземление его — сложнейшая задача современной техники. Она затрудняется, в частности, тем, что некоторыми механизмами нужно руководить с Земли, т. е. на расстоянии. И все же космические полеты уже несколько лет совершаются успешно. Этот успех обеспечивают десятки автоматических помощников, управляе-



Телемеханика применяется для управления машинами на расстоянии.

мых по радио при помощи средств **телемеханики**.

Телемеханика занимается устройствами, с помощью которых можно управлять машинами-автоматами, контролировать их работу на расстоянии, а также автоматически поддерживать связь между какими-либо объектами.

Телемеханика — родная сестра автоматики, она широко используется в технике. Пример наиболее распространенного телемеханического устройства — автоматические телефонные станции (АТС). Набирая номер телефона, вы посылаете электрические импульсы на АТС, и автомат производит соединение с абонентом.

Сейчас средства телемеханики применяются для управления работой электростанций, находящихся за тысячи километров от диспетчерского пункта, для слепой посадки самолетов на аэродром, при исследованиях ионосферы и космоса.

■

КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ

Простые детали — болты, винты, гайки и другие изделия — успешно делает один станок-автомат. Если же деталь сложна, если для ее изготовления необходимы токарные, сверлильные, фрезерные, шлифовальные работы, то станки выстраивают в ряд, создают автоматическую поточную линию. Каждый станок, выполнив свою операцию, передает деталь соседнему станку, и так до тех пор, пока деталь не будет готова полностью. Руководят линией, контролируют работу всех ее элементов с пульта управления.

Первая автоматическая линия в нашей стране была пущена в 1939—1940 гг.

На Волгоградском тракторном заводе работали автоматические гидравлические станки, изготовляющие пальцы гусеницы. Рабочий Иван Иночкин, использовав цепную передачу, заставил детали перекатываться от станка к станку.

Эта автоматическая линия состояла из пяти станков и выполняла всего лишь десять операций. Современные автоматические линии, изготовляющие сложные детали, производят сотни операций. Такой деталью является, например, блок автомобильного двигателя. Восемь десятков станков требуется для ее изготовления!

На поточных линиях автоматизируются не только основные производственные операции, но и вспомогательные — от транспортировок до упаковки готовой продукции. Это значит, что осуществляется **комплексная автоматизация — высшая, наиболее целесообразная форма автоматизации.**

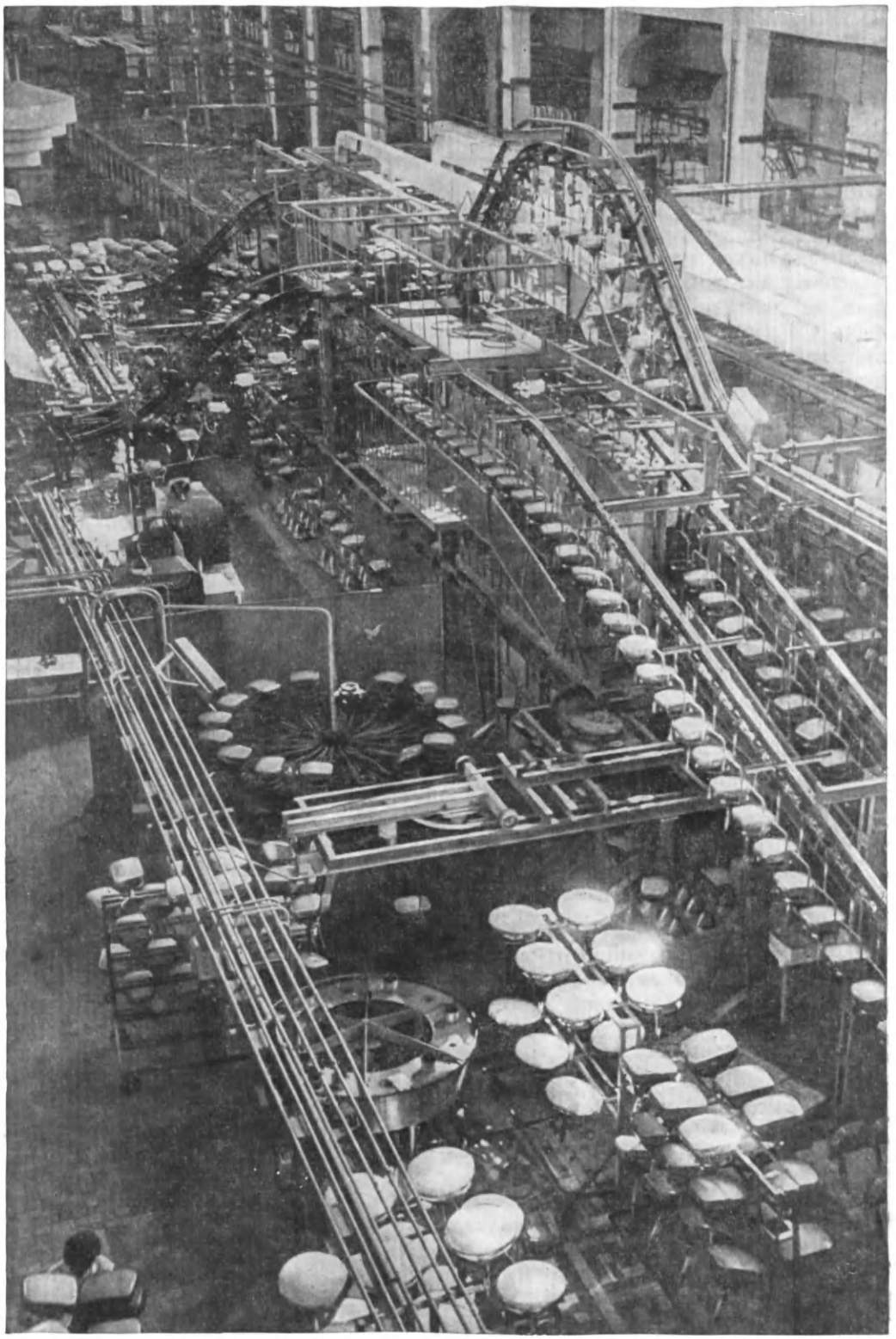
В нашей стране число автоматических поточных линий растет из года в год. Наиболее перспективны при выпуске штучных изделий линии, получившие название роторных. В роторном автомате деталь и инструмент для ее обработки располагаются на барабане (роторе) и вращаются вместе с ним. Как же происходит обработка детали, если их взаимное расположение не меняется?

Как только деталь оказывается закрепленной в роторе, инструменты, «нацеленные» на нее, уже готовы действовать. Поворачивается ротор вокруг своей оси — инструменты получают воздействие от специальных ползунков и начинают обработку детали. Совершил ротор почти полный оборот — производственная операция завершена. Специальные захваты, смонтированные на соседнем, так называемом транспортном роторе, принимают деталь и передают ее другому рабочему ротору — для производства следующей операции. Так деталь переходит от одного вращающегося барабана к другому, пока ротор, стоящий в конце линии, не выдаст готовое изделие.

Общеизвестно значение пластмассовых изделий в технике. Роторные линии оказались исключительно выгодными для их прессования. Вот одна из них.

...Из бункера пресс-порошок поступает на первый ротор линии и делится на равные порции, потом он ссыпается в специальные гнезда, где под давлением в 500—700 *атм* спрессовывается в таблетки стандартного веса. Транспортный ротор подает их в ротор предварительного подогрева. Здесь токи высокой частоты разогревают таблетки до 120—140°, после чего специальные толкатели подают их в матрицы ротора прессования. Когда таблетка оказывается в гнезде прессовочной формы, опускается пуансон, и при давлении в 250 *атм* таблетка принимает форму будущего изделия. Когда пласт-

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ
ТЕЛЕВИЗИОННЫХ КИНЕСКОПОВ
МОСКОВСКИЙ ЭЛЕКТРОЛАМПОВЫЙ ЗАВОД



масса затвердеет, изделие из формы переходит на ротор механической обработки, где с него снимают заусеницы. Дальше — на конвейер проверки качества и упаковки.

На роторной линии, о которой мы рассказываем, можно одновременно изготовлять четыре разных изделия, причем линия легко перестраивается на выпуск изделий другой формы и веса. В год такая линия производит до 17 млн. изделий. Ее производительность в 10 раз больше, чем у гидравлических прессов, применявшихся ранее для прессования пластмассовых изделий. Вся роторная линия, состоящая из пяти рабочих роторов, занимает площадь в 3 раза меньшую, чем шесть-семь 50-тонных гидравлических прессов той же производительности. Она высвободила восемнадцать прессовщиц. Автоматические линии — важное средство комплексной автоматизации целых предприятий.

Первым полностью автоматизировали в нашей стране завод, выпускающий поршни для автомобильных моторов. Он состоит из четырех основных производственных участков: плавильного, где плавится алюминий и разливается в металлические формы—кокили; термического, где поршни проходят термическую обработку; участка механической обработки, состоящего из цепи токарных, сверлильных, фрезерных и шлифовальных станков, и участка автоматической сортировки и упаковки.

Диспетчерский пункт завода, оборудованный различными средствами сигнализации, контроля, учета и управления, позволяет следить за всем производством из одного места. Завод выпускает 3000—3500 изделий в смену, а работают на нем всего пять операторов.

Этот завод появился давно, он сравнительно невелик. Сейчас среди полностью автоматизированных предприятий имеются и бетонные заводы, и гидроэлектростанции, и хлебозаводы, и заводы по изготовлению искусственного шелка. Комплексная автоматизация позволит быстрее выполнить большие задачи, связанные с развитием химической промышленности нашей страны.

Побываем на Лисичанском химическом комбинате. Он состоит из нескольких крупных заводов, производящих аммиак, минеральные удобрения, капролактам, уксусную кислоту и т. д. Здесь внедряется комплексная автоматизация. Вместо людей работают пневматические, электрические и электронные автоматы. Успешно применяются и вычислительные машины. Они анализируют поступающую из цехов информацию, «подсказывают» оператору, как вести производственный процесс.

Предприятий такого типа с каждым годом становится все больше и больше.

Важно отметить следующее: комплексная автоматизация позволяет совершенствовать технологические процессы. Например, работы по автоматизации разливки и прокатки стали привели к созданию установок для непрерывной разливки стали. Выплавленную сталь выливают не в изложницы, как это делалось раньше, а в тонкостенную трубку — кристаллизатор.

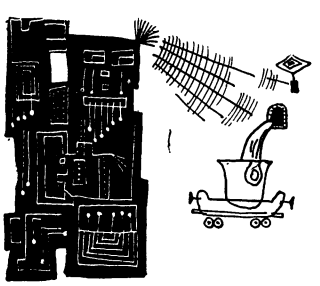
Остывая, металл попадает прямо в валки прокатного стана. Новое оборудование занимает меньше места и обслуживается меньшим числом рабочих.

Задачи, которые решает комплексная автоматизация в нашей стране, состоят в том, чтобы при уменьшении продолжительности рабочего дня максимально увеличить производительность труда, сделать труд каждого интересным, творческим.

■

ЗА 500 КИЛОМЕТРОВ

Вычислительный центр Академии наук УССР находится в Киеве. А мартеновские печи, плавящие сталь,— в городе металлургов—Днепродзержинске. И отделяет киевские электронно-вычислительные машины от днепродзержинских мартенов немалое расстояние — 500 *км*. Но для современной советской техники расстояние не помеха.



Одна из киевских вычислительных машин по заранее составленной программе провела «заочную» плавку стали в днепродзержинской мартеновской печи.

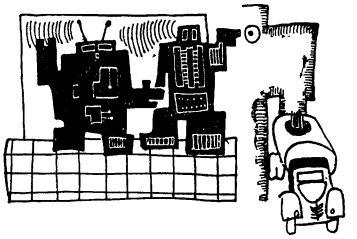
С момента загрузки печи сырьем радиосигналы подробно сообщали в Киев, как идет технологический процесс плавки. Машина бесперебойно принимала сигналы, «изучала» и «продумывала» их, своевременно регулировала работу мартена и правильно оценивала пробы стали на готовность. А когда в назначенный час завершился технологический процесс, машина «распорядилась» выпустить готовую сталь из мартена.

НА ЗАВОДЕ ТОЛЬКО ДВА ЧЕЛОВЕКА

Этот завод-автомат единственный в мире. Он построен в нашей стране. За год он выпускает 110 тыс. $м^3$ бетона или растворов различных марок. Этим заводом управляют только два человека в каждой смене.

Но если таким мощным предприятием ведают только два человека, то, значит, все операции производят машины? Да, и не простые машины, а машины-автоматы.

Как же проходит здесь производственный процесс? А вот как: при въезде на заводскую территорию водитель самосвала закладывает в программно-счетное устройство небольшую перфокарту. На ней записана программа работы автоматов. Не успела перфокарта попасть в приемное устройство, как начинают работать автоматы-дозаторы, отмеряющие точные порции сырья, а бетономешалки-автоматы приготавливают заказанную продукцию. Автоматы-погрузчики загружают самосвал готовым бетоном или раствором. Водителю остается только отвезти бетон к месту стройки.



БУДУЩЕЕ АВТОМАТИКИ

Новое входит в нашу жизнь постепенно, уживаясь с тем, что уже давно было создано человеком. Это относится и к развитию автоматики. Поэтому в ближайшие годы не сойдут со сцены и простейшие автоматические регуляторы, и циклические станки-автоматы без обратных связей. Однако в целом конструкция и характер автоматических устройств существенно изменятся, как изменится и само производство.

В технике сейчас заметен переход к непрерывным производственным процессам. Разливка и прокат стали, переработка нефти, целый ряд производств в пищевой промышленности уже осуществляются без пауз, т. е. непрерывно. Такие процессы легче автоматизировать, чем прерывистые, но ими человеку труднее управлять. Поэтому в будущем будет все больше и больше электронных вычислительных машин, которые возьмут на себя обязанности технологов. Вычислительная машина, непрерывно получая информацию о ходе процесса, будет сама принимать решение — выбирать наиболее выгодный режим работы отдельных машин и механизмов, ликвидировать и предотвращать брак и, «накапливая опыт», улучшать производство.

Человек не будет иметь постоянного контакта непосредственно с машинами, поэтому автоматы будущего должны быть исключительно надежны, безотказны в работе.

С внешним миром полностью автоматизированное предприятие свяжут четыре пути: по одному будет поступать энергия, по второму — сырье, по третьему — выходить готовая продукция; четвертый путь — это канал информации, по нему поступят заказы на ту или иную продукцию и придут сообщения о выполнении заказа.

Автоматика займет важное место в научных исследованиях. В космосе, в глубинах океана, под землей будет работать все больше автоматических лабораторий. Результаты исследований помогут обобщить машины-автоматы.

Особенно важными будут автоматические устройства в химических исследованиях. Можно представить безлюдную химическую лабораторию-автомат, которая самостоятельно произведет многие тысячи опытов, создаст и выделит вещества с нужными свойствами.

Неизмеримо возрастет роль автоматики и в сельском хозяйстве.

Заглядывая в будущее автоматики, можно с уверенностью сказать, что в ней значительно возрастет роль электроники. Конечно, будут совершенствоваться и механические автоматы, но преобладающую роль будут играть приборы и аппараты с электронным управлением. Электроника станет необходимым элементом многих технологических процессов. Окраска, глазурование, эмалирование, изготовление тканей, очистка нефти, обогащение полезных ископаемых, калибровка зерен, распыление ядохимикатов на полях — вот далеко не полный перечень возможностей электронной технологии. Ее внедрение в производство открывает благоприятные возможности для комплексной автоматизации целых отраслей народного хозяйства.

Автоматы будущего, созданные на основе достижений электроники, изменят и свой внешний облик. Современные автоматы пока велики

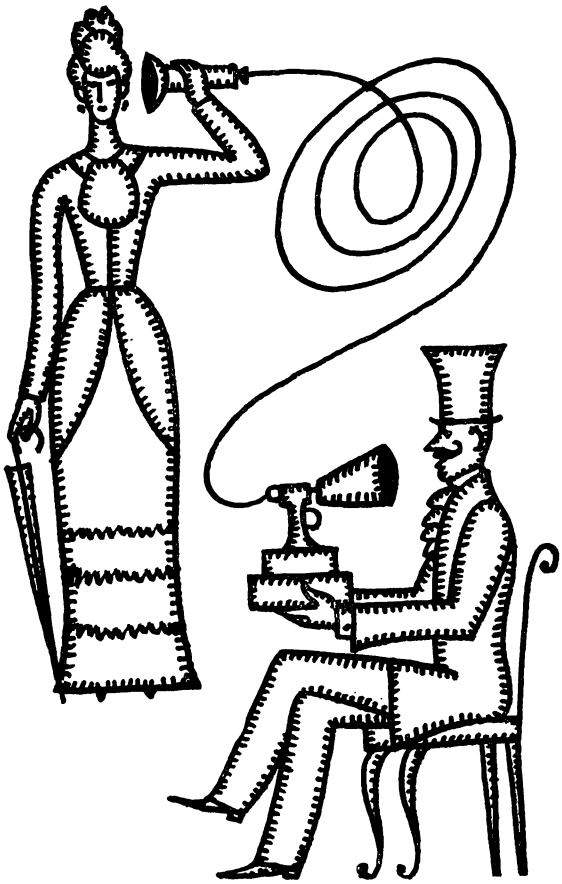
по размерам, потребляют довольно много энергии, хотя применение полупроводников, печатных схем, ферритов дает возможность создавать компактные датчики, усилители и реле. Но уже сейчас разрабатываются еще более миниатюрные микромодульные и пленочные схемы. В микромодульных схемах не нужно изготовлять и монтировать отдельные детали, каждый элемент микромодуля — комплекс нескольких деталей. В пленочных схемах, представляющих собой совокупность пленочных деталей, нанесенных на общую изоляционную подложку, плотность монтажа еще выше. Многослойные пленочные схемы уже сейчас позволяют довести плотность монтажа до тысячи деталей на кубический сантиметр.

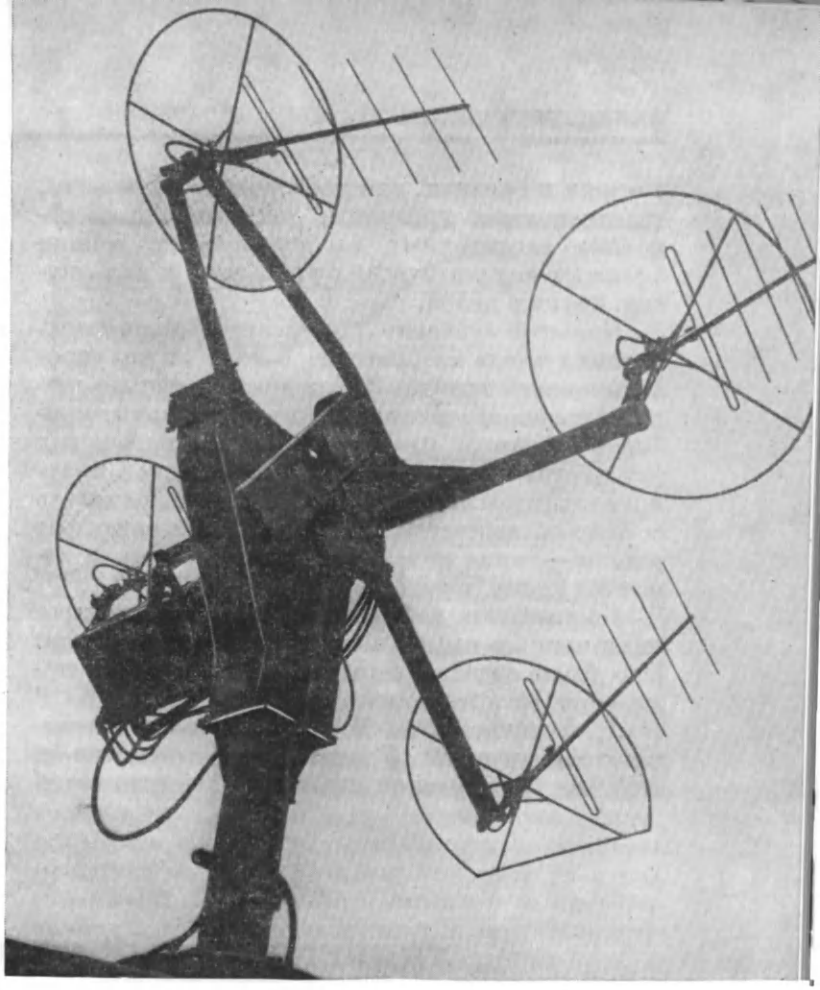
Неверно думать, что целью автоматизации является замена человека машиной. Автоматизация помогает человеку, делает его труд высокоэффективным. Она никогда не вытеснит человека из сферы производства; наоборот, роль человека повысится.

В будущем работники производства — и те, кто будет контролировать работу автоматов, и те, кто их будет создавать,— должны быть людьми больших знаний, высокой технической культуры. Рабочий по квалификации приблизится к инженеру.

Мы попробовали представить автоматику будущего. Но все, что здесь было сказано,— это не только ее будущее, но, в известной мере, и настоящее. Тысячи инженеров, изобретателей, ученых сейчас, сегодня в лабораториях и цехах трудятся над воплощением своих планов, делают сказку былью. Их труд вливается в труд всего советского народа, выполняющего грандиозную программу строительства коммунизма в нашей стране. В Программе Коммунистической партии Советского Союза четко определена огромная роль автоматизации. «В течение двадцатилетия,— сказано в Программе КПСС,— осуществится в массовом масштабе комплексная **автоматизация** производства со все большим переходом к цехам и предприятиям-автоматам, обеспечивающим высокую технико-экономическую эффективность».

■





РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

ЧТО ТАКОЕ РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

Электроникой называется наука и область техники, занимающиеся изучением электронных процессов в вакууме, газах, полупроводниках, а также разработкой, производством и применением электронных приборов и устройств. Электроника и радиотехника, взаимно дополняя друг друга, образовали обширную совокупность многих наук и областей техники, которая получила название радиоэлектроники.

С помощью современной радиоэлектроники человек открывает тайны атомного ядра, успешно изучает свойства живои клетки, мир вирусов и бактерий, недра Земли проникает в невообразимые дали космоса.

Радиоэлектроника широко применяется для связи на земле, в море, воздухе и космосе, для определения местоположения, направления движения и скоростей самолетов, кораблей, искусственных спутников Земли, космических кораблей, для автоматизации самых разнообразных видов производства, в биологии и медицине, для закалки стали, обнаружения косяков рыбы

в морях и океанах, для передачи речи, музыки, телевизионных программ, для решения с помощью электронных вычислительных машин сложных математических уравнений и для многих других целей.

Большое значение для развития радиоэлектроники имело изобретение в 1948 г. полупроводникового триода. Это положило начало широкому использованию полупроводниковых приборов в самых различных радиоэлектронных устройствах и системах. Применение полупроводниковых приборов дало возможность создавать миниатюрные и сверхминиатюрные детали — такие маленькие, что в 1 $см^3$ их помещается более тысячи штук!

Важнейшим событием в области электроники явилось открытие квантовой электроники. Оно было сделано советскими учеными членами-корреспондентами Академии наук СССР Н. Г. Басовым и А. М. Прохоровым и американским ученым Таунсом, удостоенными в 1964 г. Нобелевской премии. Идеи квантовой электроники позволили создать квантовые генераторы, излучающие видимые электромагнитные волны, чрезвычайно похожие на узкий пучок света.

Применение квантовых генераторов дало возможность, например, построить радиоэлектронные часы. Они ходят с колоссальной точностью — отклонение до одной секунды за несколько тысяч лет!

Чрезвычайно широкое применение электронных приборов в самых разнообразных областях народного хозяйства, науки, техники, культуры и быта людей объясняется их ценными свойствами — быстродействием, гибкостью и универсальностью, точностью и чувствительностью, малогабаритностью.

Многие трудные проблемы современности будут решены с помощью методов и средств радиоэлектроники. И если на планетах далеких звездных систем есть разумная жизнь, то первый контакт с ними тоже, очевидно, будет установлен с помощью радиоэлектроники.

■

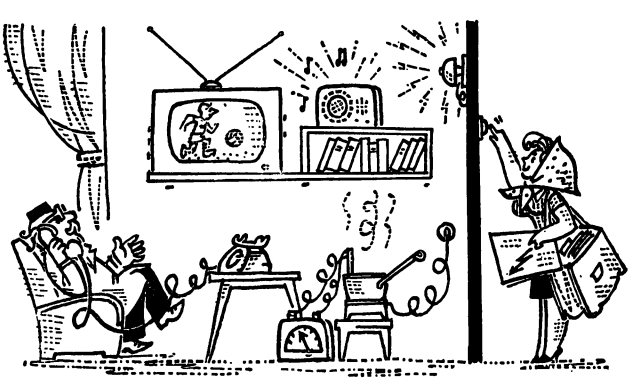
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ НОСИТЕЛЬ ИНФОРМАЦИИ

Чем же объясняется такая популярность, а главное, такая универсальность радиоэлектроники? Чтобы ответить на этот вопрос, надо отыскать основу всех ее «талантов» и «способностей».

Начнем с одного, казалось бы, совсем наивного вопроса: без чего человек не может жить? Наверняка все вы правильно ответите: человеку жизненно необходимы воздух, пища, вода, одежда, жилье... Может быть, кто-нибудь, отвечая на наш вопрос, вспомнит Робинзона Крузо и перечислит основные материалы, инструменты, продукты, которые помогли ему наладить жизнь на необитаемом острове. Все это правильно. Но есть еще одна вещь, жизненно необходимая человеку. Мы имеем в виду различную информацию, без которой люди не могли бы жить и трудиться.

В привычном для нас смысле слова информация — это содержание сведений, которые получает человек. Сейчас в технике это слово понимается более широко — речь идет уже не только о сообщениях, получаемых человеком, но и об определенных сигналах, которые получает машина от человека или от специального автоматического устройства с датчиками (см. статьи раздела «Автоматика»).

Короче говоря, слово «информация» нужно понимать очень широко. Определенная информация, например, содержится в узорчатом профиле обычного ключа, и только благодаря этому он «узнает» свой замок. Важную инфор-



Электрический сигнал — универсальный носитель информации.

мацию можно получить, прислушиваясь к дыханию больного или к шуму автомобильного мотора. Информация «спрятана» в извилистых бороздках граммофонной пластинки, на страницах вашего учебника, в чертежах, в расположении звезд на ночном небе, в структуре сложной молекулы.

Информация все время находится в движении, в действии — ее накапливают, расходуют, изучают, сортируют, вводят в машины, получают от них, пересылают с континента на континент, передают из поколения в поколение. Она необходима, чтобы выплавлять сталь, строить города, воспитывать детей, управлять государством. Материальный и культурный уровень всей нашей жизни в огромной степени определяется количеством полезной информации, которую используют люди и их ближайшие «помощники» — машины.

Информация не может существовать сама по себе. У нее всегда есть вполне определенный материальный носитель. Древний человек записывал информацию каменным рубилом на стенах пещер. Мы с вами пользуемся более удобными средствами записи, например авторучкой или пишущей машинкой. В механической счетной машине информация «записана» в системе зубчатых колес. А в живой клетке носителем информации могут быть цепочки сложных химических соединений.

Среди разнообразных носителей информации особое место занимают электрические сигналы. И вот почему.

Во-первых, электрический сигнал — универсальный носитель информации. С его помощью сравнительно просто передать буквы и цифры (телеграф), речь и музыку (телефон), изображение (фототелеграф), исходные данные и программы для вычислительных машин, команды управления для автоматов. Различные датчики могут записать в виде электрических сигналов данные о температуре, давлении, скорости, ускорении, концентрации химических веществ, плотности, яркости, радиоактивности, влажности и т. д.

Во-вторых, электрический сигнал может легко и очень быстро переносить информацию на огромные расстояния как по проводам, так и без них, с помощью радиоволн. «Очень

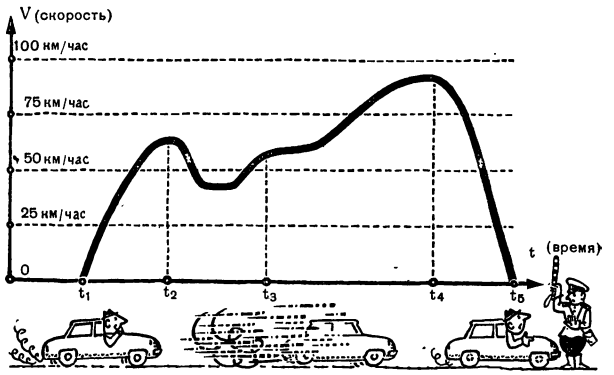


График показывает характер изменения той или иной величины с течением времени, например изменение скорости.

быстро» в данном случае означает со скоростью 300 000 *км/сек*, т. е. со скоростью света.

В-третьих, и это, по-видимому, самое важное, электрические сигналы довольно просто (во всяком случае, проще, чем другие носители) подвергать самым различным преобразованиям. Сигналы эти можно усиливать, ослаблять, суммировать, разделять, сравнивать между собой и с эталонами, получать из одних (например, из световых) сигналов и преобразовывать в другие (например, в звуковые) сигналы.

Благодаря этим, а также некоторым другим важным достоинствам электрический сигнал стал самым распространенным носителем информации. Существуют, конечно, и другие сигнальные системы, которые обходятся без электричества. Это пневматические автоматы, где сигналами служат потоки сжатого воздуха, а также тепловые, гидравлические и механические сигнальные системы. Подобные устройства имеют ряд достоинств и находят практическое применение. Однако везде, где речь идет о скорости, экономичности, чувствительности, сложных преобразованиях или больших расстояниях, электрический сигнал остается вне конкуренции.

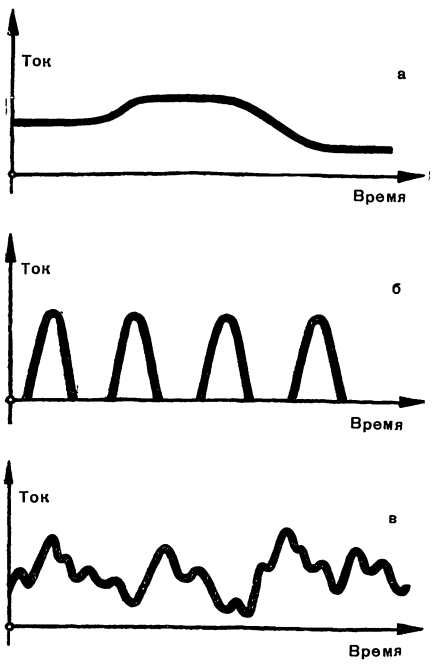
Все основные операции с электрическими сигналами осуществляются с помощью радиоэлектронной аппаратуры. Именно поэтому радиоэлектроника находит такое широкое применение в различных областях науки, техники, экономики, культуры.

В МИРЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Радиоэлектронные аппараты — это своего рода фабрики по переработке электрических сигналов. Прежде чем знакомиться с этими фабриками, с их работой и оборудованием, полезно узнать, какую «продукцию» они выпускают, что представляют собой сигналы, которые получаются после переработки. Об этом может рассказать график — своеобразный рабочий чертеж электрического сигнала. На графике сигнал изображают как бы развернутым во времени, т. е. показывают, как меняется с течением времени электрический ток или напряжение.

Как «изготовляют» электрические сигналы

Некоторые виды сигналов получают с помощью постоянного тока. Его можно встретить во многих контрольных приборах, например в обычном фотоэкспонометре. Здесь полупроводниковый фотоэлемент под действием света вырабатывает постоянный электрический ток, а он в свою очередь отклоняет стрелку прибора. Чем сильнее свет, тем больше ток, тем дальше отклоняется стрелка.



Электрические сигналы: *а* — медленно изменяющийся («постоянный») ток; *б* — импульсный прерывистый ток; *в* — непрерывный пульсирующий ток. Часто все эти виды сигналов объединяют общим названием — «пульсирующий ток».

Если растянуть электрическую цепь экспонометра на большое расстояние, то он даст нам простейшую модель линии связи. Сам фотоэлемент будет играть роль передатчика, измерительный прибор — роль приемника, а по соединительным проводам пойдет электрический сигнал — постоянный ток.

Слово п о с т о я н н ы й нам следовало бы взять в кавычки. Действительно, для передачи сигнала постоянным током необходимо, чтобы у этого тока было несколько различных значений. Какой же он постоянный?

Если ток, не изменяя направления, сравнительно быстро меняет величину, то это пульсирующий ток. В таком сигнале важны все промежуточные значения — важно, как он меняется, например насколько резко нарастает или падает.

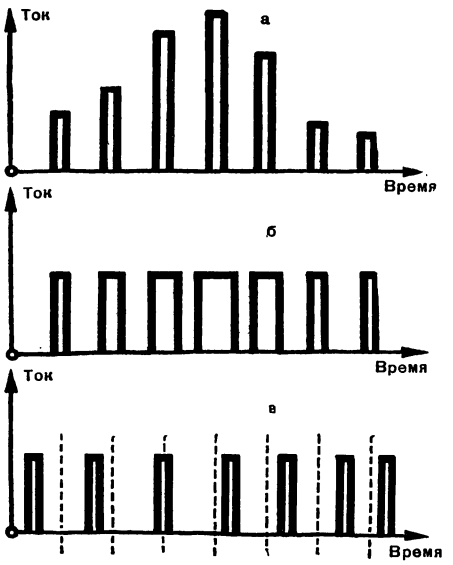
Весьма распространенный тип сигналов — электрические и м п у л ь с ы, «толчки» тока. Импульсные сигналы позволяют применять много различных способов записи информации. Можно, например, менять высоту импульсов, их длительность, время появления, а также использовать всевозможные комбинации различных импульсов. Последний способ применяется в телеграфии при передаче знаков в виде коротких и длинных импульсов — «точек» и «тире». Электрические импульсы — основной вид сигналов, которые перерабатываются в вычислительных машинах и электронных автоматах.

При передаче импульсных сигналов по линии связи появляется возможность ее «уплотнения» или, проще говоря, возможность использования одной линии для нескольких каналов связи. В такой многоканальной системе на передающей и на приемной стороне устанавливают быстродействующие коммутаторы, которые поочередно подключают соединительные провода то к одной паре передатчик — приемник, то к другой. Длительность импульсов и пауз между ними выбирают с таким расчетом, чтобы во время паузы в одном из каналов коммутатор успел подключить к линии остальные. Подобный метод называется в р е м е н н ы м р а з д е л е н и е м к а н а л о в, т. е. разделением по времени. Он широко применяется в системах многоканального телеграфа, а также в системах телеметрии и телеуправления.

Особое место занимают электрические сигналы, «изготовленные» из переменного тока, у которого, как известно, меняется не только величина, но и направление. С переменным током и переменным напряжением можно производить ряд исключительно важных преобразований, например повышать или понижать с помощью трансформаторов. Только переменный ток создает электромагнитные волны, которые переносят электрические сигналы на большие расстояния без соединительных проводов. Используя переменный ток, можно сравнительно просто уплотнять линии связи.

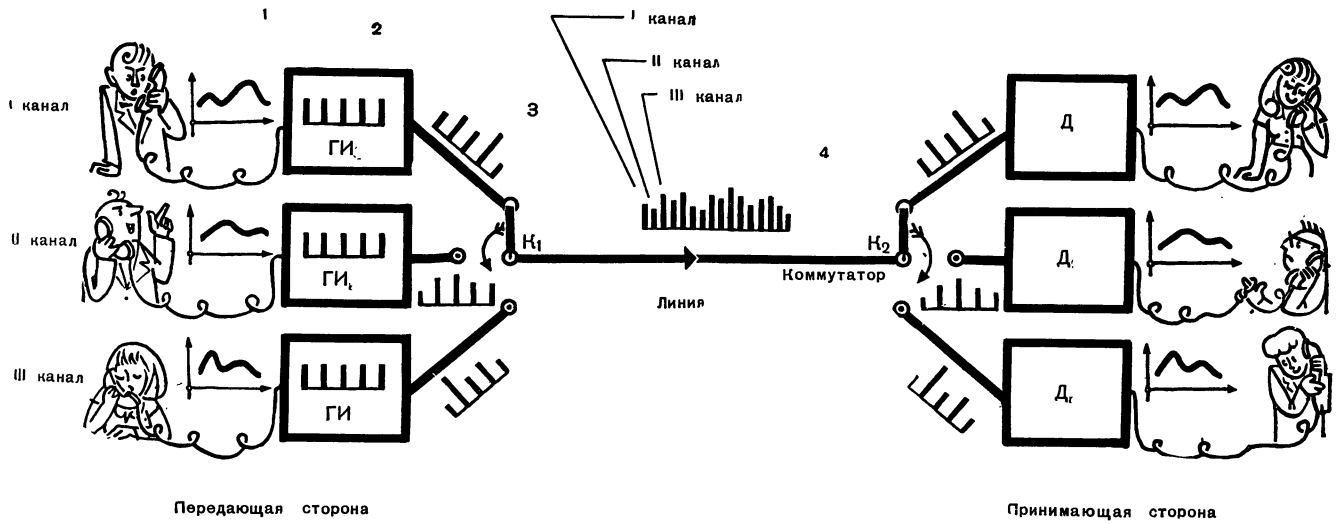
Основные характеристики переменного тока — это его амплитуда — наибольшая величина, а также период — время, в течение которого происходит полный цикл изменений тока. Вместо периода почти всегда применяется производная величина — частота, т. е. число периодов за единицу времени. Единица частоты 1 герц (сокращенно *гц*) соответствует одному периоду за одну секунду. Более крупные единицы — килогерц (1 *кгц* = =1000 *гц*) и мегагерц (1 *Мгц* = 1000 *кгц* = =1 000 000 *гц*). В радиоэлектронной аппаратуре используют переменные токи низкой частоты (НЧ) — от нескольких герц до 20 килогерц и токи высокой частоты (ВЧ) — от десятков килогерц до многих тысяч мегагерц. Часто выделяют еще и сверхвысокочастотные (СВЧ)— от нескольких тысяч мегагерц и выше.

Переменный ток, так же как и пульсирующий, позволяет формировать самые различные сигналы. Для записи информации можно осуществлять амплитудную модуляцию (АМ) либо частотную модуляцию (ЧМ), т. е. менять амплитуду переменного тока либо его частоту.

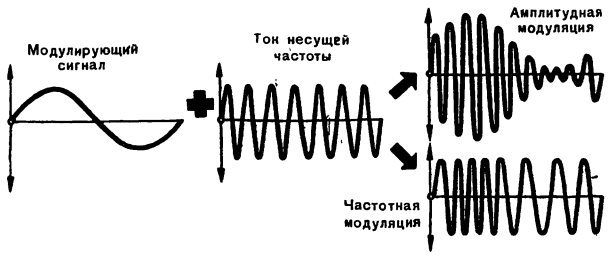


Некоторые способы передачи информации с помощью импульсного тока: *а* — амплитудно-импульсная модуляция (АИМ); *б* — широтно-импульсная модуляция (ШИМ); *в* — фазово-импульсная модуляция (ФИМ).

Чтобы получить модулированный сигнал, нужно иметь два переменных тока. Один из них — модулирующий ток — это обычный электрический сигнал сравнительно низкой частоты, в изменениях кото-



Система с временным разделением каналов. ГИ — генераторы импульсов; К — коммутаторы; Д — детекторы. *1* — низкочастотные сигналы; *2* — высокочастотные импульсы; *3* — модулированные сигналы; *4* — суммарный сигнал в линии.



Распространенные способы управления высокочастотным током — амплитудная и частотная модуляции.

рого «записана» та или иная информация. Второй — высокочастотный ток — сам никакой информации не содержит, его задача лишь пройти по линии связи и «перенести» по ней модулирующий ток, точно передать все его изменения. Высокочастотный ток поэтому и называют током несущей частоты. Оба тока — низкочастотный и высокочастотный — направляют в общий электронный блок, где осуществляется модуляция. Из этого блока выходит модулированный сигнал — высокочастотный ток, амплитуда (или частота) которого меняется по образцу низкочастотного сигнала.

Может возникнуть законный вопрос: зачем нужна эта довольно сложная операция, почему нельзя в линию связи направить «чистый» низкочастотный сигнал? Нужно сказать, что очень часто именно так и поступают. В городских телефонных сетях, в системе проводного радиовещания никакой модуляции не применяют, и по линиям связи циркулирует только низкочастотный ток. Но в ряде случаев низкочастотный сигнал оказывается непригодным. Так, например, только высокочастотный ток позволяет эффективно излучать радиоволны и, таким образом, передавать сообщения без проводов (подробнее об этом рассказано в ст. «Радиосвязь»).

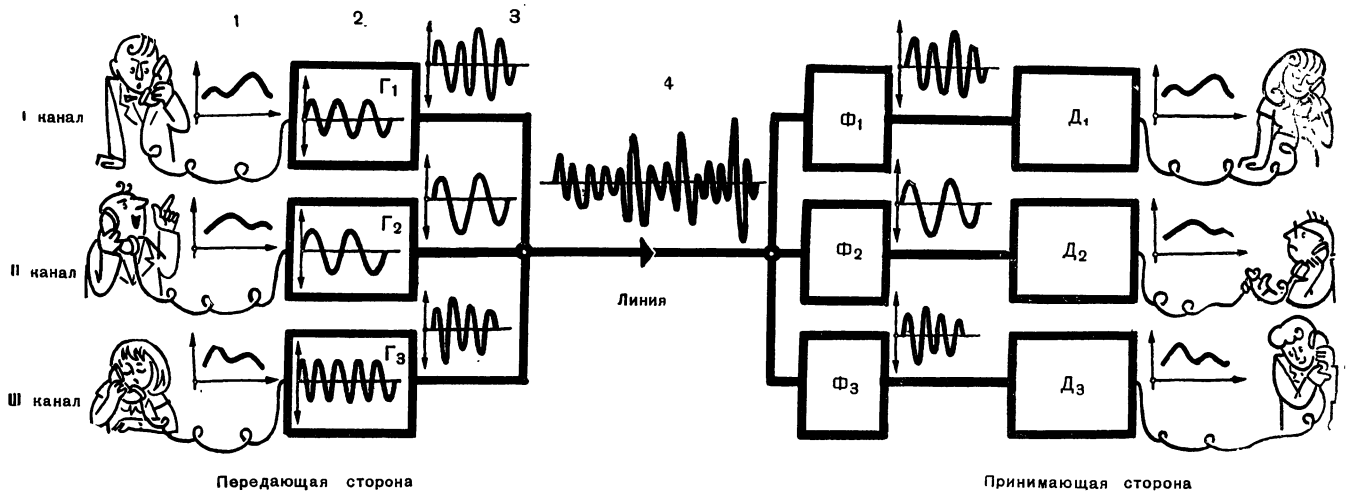
Используя высокочастотные модулированные токи, тоже можно «уплотнять» линии связи. Но если при временном разделении линии на несколько каналов различные передачи идут «по очереди», то в данном случае по каждой из линий связи большое число телефонных разговоров, телеграмм, телевизионных программ и других сигналов передается одновременно. На передающей стороне такой уплотненной линии находится несколько генераторов переменного тока, каждый из которых работает на своей несущей частоте и переносит один из низкочастотных сигналов. На приемной стороне имеются электрические фильтры. Каждый из них настроен на определенную несущую частоту и только ее и выделяет из сложного суммарного сигнала, «путешествующего» по линии. После фильтра высокочастотный модулированный сигнал поступает на детектор (демодулятор), который осуществляет первую операцию по считыванию информации. Детектор преобразует модулированный переменный ток в пульсирующий, а из него в итоге удается выделить низкочастотный переменный ток — «копию» того, который осуществлял модуляцию. «Оригинал» и «копия» могут резко отличаться по величине: в приемнике ток почти всегда намного слабее. Однако с точки зрения передачи информации все это несущественно. Важно лишь, чтобы «копия» и «оригинал» имели одинаковую форму графиков, чтобы в точности сохранился характер изменения тока, так как именно в нем записана информация. Точно так же одно и то же слово можно записать буквами разных размеров.

Подобная система называется частотным уплотнением или, иначе, частотным разделением каналов. Более подробно с отдельными ее элементами — генератором высокочастотного тока, фильтрами, детектором — можно познакомиться в статье «Элементы радиоэлектронной аппаратуры».

В заключение несколько слов о том, как надо понимать слова «высокочастотный» и «низкочастотный», когда речь идет о модулирующем (НЧ) и модулируемом (ВЧ) сигналах. В данном случае важно одно: модулируемый (несущий) ток должен иметь во много раз более высокую частоту, чем модулирующий. При этом может оказаться, что оба тока имеют низкую частоту (например, 1000 и 10 *гц* при передаче телеграфных сигналов) или оба имеют высокую частоту (например, 60 и 6 *Мгц* при передаче телевидения). В системах радиосвязи и радиовещания модулируемый сигнал всегда высокочастотный (выше 100 *кгц*), а модулирующий — всегда низкочастотный (не выше 20 *кгц*).

Спектры сигналов

Во всех случаях информация, передаваемая с электрическим током, «записана» в форме кривой электрического сигнала, в характере изменения тока. Именно формой кривой отличаются сигналы, соответствующие различным звукам речи, разным телевизионным «картинкам» или совершенно противоположным коман-



Система с частотным разделением каналов. Г — генераторы несущих частот; Ф — фильтры; Д — детекторы. *1* — низкочастотные сигналы; *2* — несущая частота; *3* — модулированные сигналы; *4* — суммарный сигнал в линии.

дам, управляющим электронными автоматами. Поэтому ясно, как важно при передаче и преобразовании электрических сигналов сохранить неизменной их форму, не допустить ее искажения.

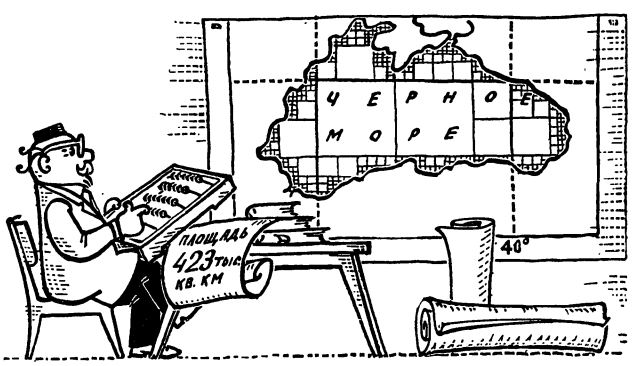
Ну, а как судить о форме кривой, как оценивать степень искажения сигнала? Чтобы лучше понять принцип, которым для этой цели пользуются, приведем такое сравнение.

Представьте, что вам нужно измерить площадь, которую занимает на карте Черное море. В этом случае можно поступить так: покрыть всю поверхность моря квадратами, а затем измерить и просуммировать их площадь. Основное место займут большие квадраты, к ним будут прилегать квадраты помельче. И наконец, совсем маленькие квадратики дополнят очертания.

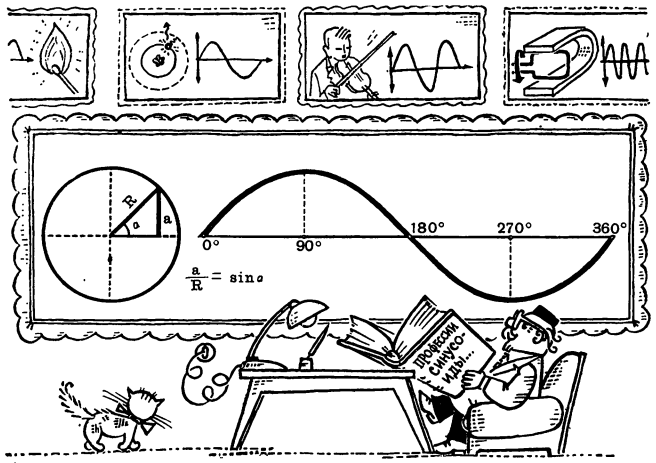
Нечто подобное можно проделать и со сложным электрическим током — его также можно сложить из более простых токов, из более простых, однотипных составляющих. Теперь, для того чтобы точно описать форму любого сигнала, достаточно указать все его составляющие — их частоты, амплитуды и фазы (начальные сдвиги во времени). Такой набор составляющих сигнала принято называть его с п е к т р о м.

Сложную геометрическую фигуру можно разложить на самые различные элементы — на прямоугольники, круги, ромбы, треугольники и др. Для измерения площади моря мы выбрали в качестве составляющих квадраты, потому что их площадь легче всего измерить. А что выбрать для разложения сложных переменных токов? Ведь и в этом случае можно воспользоваться самыми различными по форме составляющими, например прямоугольными или треугольными импульсами разной величины, с различной длительностью и направлением. Из всего многообразия токов выбор пал на синусоидальный переменный ток, т. е. на такой ток, график которого имеет вид синусоиды.

Синусоида — это график, который много веков назад был получен математиками. Она показывает, как в прямоугольном треугольнике может изменяться длина одного из катетов. Если для различных значений острого угла измерять длину противолежащего катета (точ-



Измерить площадь сложной фигуры можно, разбив ее на квадраты.



Синусоида — кривая, которая характеризует многие физические явления.

нее, его отношение к гипотенузе) и откладывать полученные значения на графике, то мы как раз и получим синусоиду.

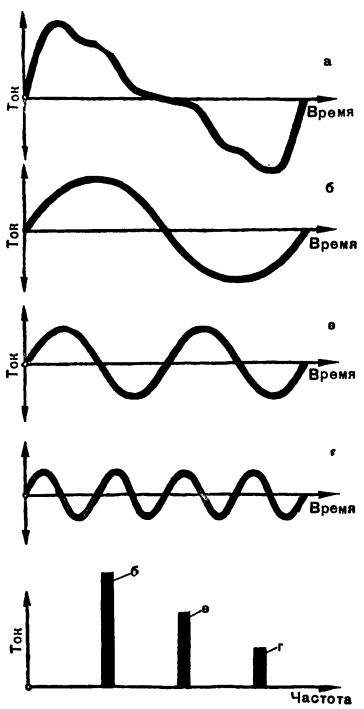
Однако синусоиду можно встретить не только в учебнике геометрии. На каждом шагу попадается она в книгах по радиотехнике, акустике, механике, атомной и молекулярной физике, оптике, электротехнике. Дело в том, что отвлеченная геометрическая фигура — синусоида — оказалась точной копией графиков самых различных физических процессов, например таких, как световые колебания или колебания идеального (без трения) маятника, как переменный ток, который получается при вращении проводника в магнитном поле. Процессы, протекающие по синусоидальному закону, т. е. процессы, график которых имеет вид синусоиды, обладают многими замечательными свойствами. Синусоидальный переменный ток, например, проходит без искажений по сложным электрическим цепям, в которых ток любой другой формы сильно искажается. Еще одно замечательное свойство синусоидального тока заключается в том, что с помощью колебательных контуров (см. стр. 157) можно не условно, а по-настоящему выделить из сложного тока все его синусоидальные составляющие.

Кстати говоря, разложение сложного сигнала на синусоидальные составляющие происходит и в слуховом аппарате человека. Как это происходит, пока еще до конца не выяснено. Согласно одной из теорий, в ухе около 20 тыс. тончайших волокон — своего рода «струн». Каждая из них «настроена» на определенную частоту и выделяет одну из синусоидальных составляющих сложного звука. В дальнейшем «струны» подают в слуховой нерв сигналы о силе той или иной синусоидальной составляющей. Все вместе они «сообщают» о спектре сложного звукового сигнала.

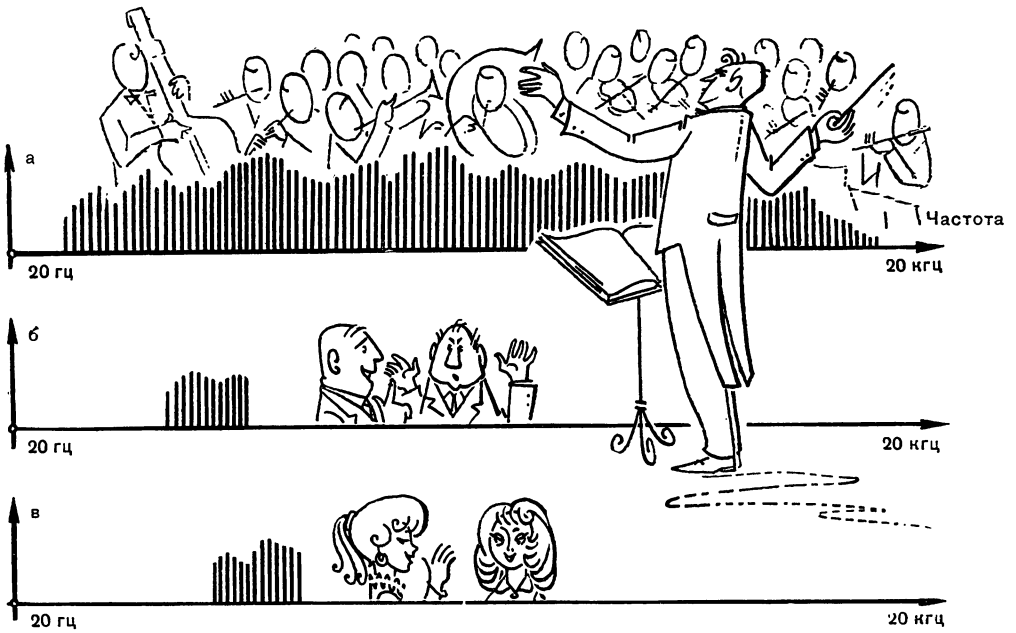
Существует электронный прибор — анализатор спектра, на экране которого сразу получается своего рода график — серия вертикальных линий, высота которых пропорциональна синусоидальным составляющим исследуемого электрического сигнала.

На рисунке показаны примерные спектры некоторых сигналов. Первый из них — периодически повторяющиеся импульсы. Этот сигнал можно разложить на составляющие с кратными частотами — г а р м о н и к и. У второй гармоники частота в два раза больше, чем у первой, у третьей — в три раза больше и т. д. Кроме гармоник, в спектре импульсов есть некоторый постоянный ток — постоянная составляющая (ПС), которая говорит о том, что электрические заряды постепенно перемещаются в одном направлении (рис. на стр. 149 внизу).

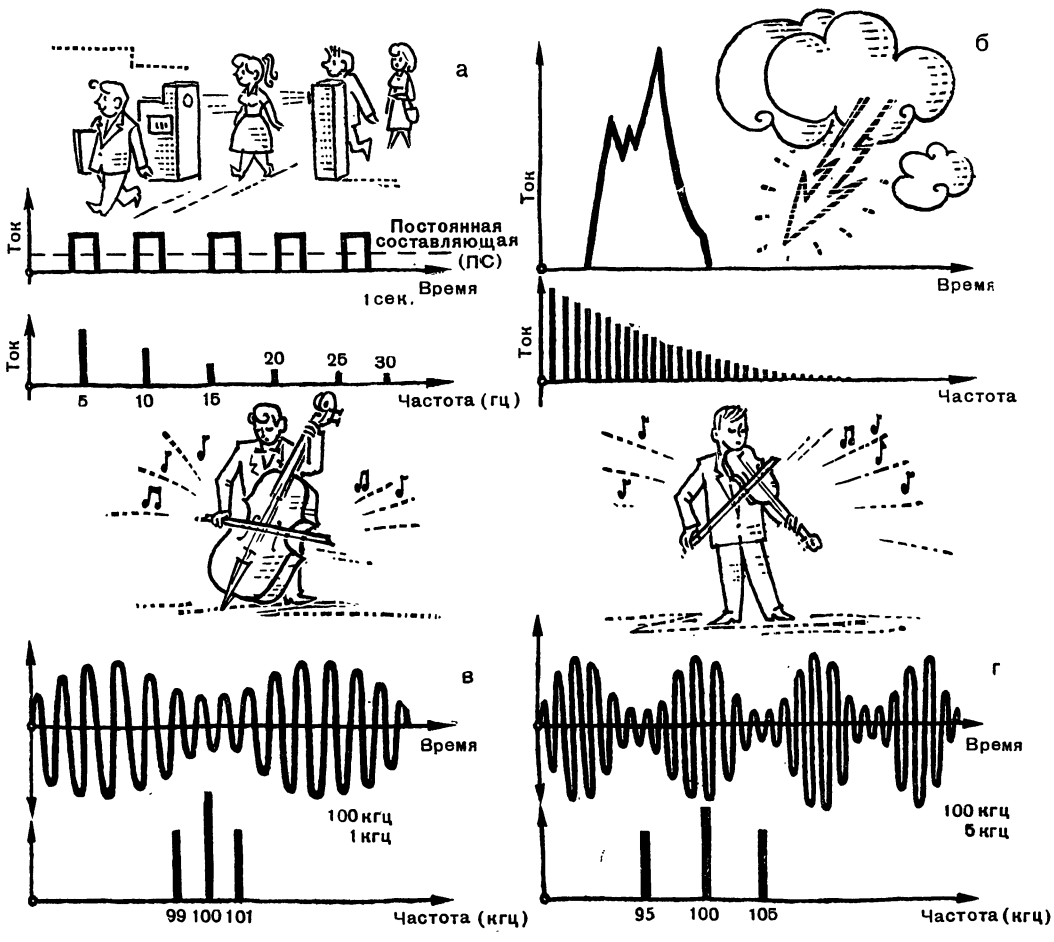
Ток сложной формы возникает в цепи микрофона под действием звуковых волн. Этот ток — своего рода электрическая копия звука, и поэтому для разных звуков получаются разные спектры сигнала. Так, например, при разговоре спектр занимает сравнительно узкую полосу частот — от 200—300 до 2—3 *кгц*. Для



Чтобы точно определить форму сложного сигнала (*а*), его представляют в виде суммы синусоидальных составляющих *б*, *в*, *г*. «Набор» всех этих составляющих называют спектром сигнала *(пятый график)*.



Спектры различных звуков: *а* — симфонический оркестр; *б* — мужские голоса; *в* — женские голоса.



Спектры некоторых сигналов: *а* — периодические регулярно повторяющиеся импульсы; *б* — одиночный импульс; *в* — модулированный сигнал (несущая частота 100 *кгц*, модулирующая — 1 *кгц*); *г* — модулированный сигнал (несущая частота 100 *кгц*, модулирующая —5 *кгц*).

музыки, особенно в исполнении оркестра, полоса заметно шире. Высокочастотные составляющие в основном обязаны своим появлением таким инструментам, как флейта или скрипка, низкочастотные — барабану и контрабасу.

Кратковременные одиночные импульсы, например грозовые разряды, дают сплошной спектр, в котором есть составляющие любых частот, причем с увеличением частоты амплитуда составляющих уменьшается.

Если при модуляции (см. стр. 145) амплитуду несущей частоты изменяют по синусоиде, спектр модулированного сигнала состоит из трех составляющих — несущей и двух боковых. Одна из боковых частот выше несущей, другая — ниже. Чем выше модулирующая частота, тем больше интервал между несущей и боковыми частотами. При модуляции высокочастотного тока сложным сигналом появляются целые боковые полосы частот. Проще говоря, если одну и ту же несущую частоту «нагружать» речью или оркестром, то во втором случае спектр модулированного сигнала будет намного шире.

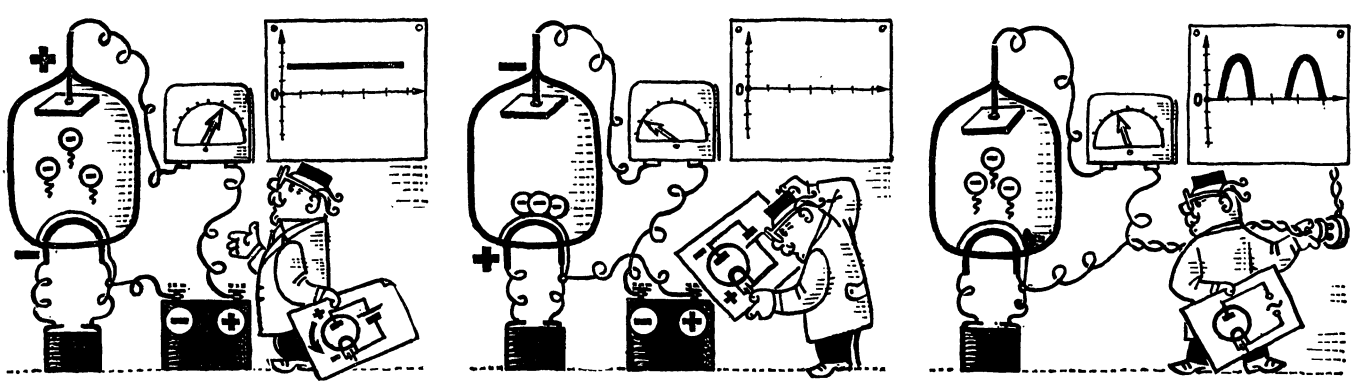
БОЛЬШАЯ СЕМЬЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

Электрические сигналы обычно преобразуются с помощью электронных приборов, к которым в первую очередь относятся электровакуумные, газонаполненные и полупроводниковые. Устроены они по-разному, используют различные физические процессы, а принцип действия у всех один: в приборе создается направленный поток свободных электрических зарядов, из этого потока, в соответствии с каким-либо образцом, формируется электрический сигнал. Устройство электронного прибора позволяет управлять этим процессом, так или иначе влиять на свойство сигнала, например усиливать его по сравнению с образцом, превращать электрический сигнал в световой, переменный ток — в постоянный и т. п.

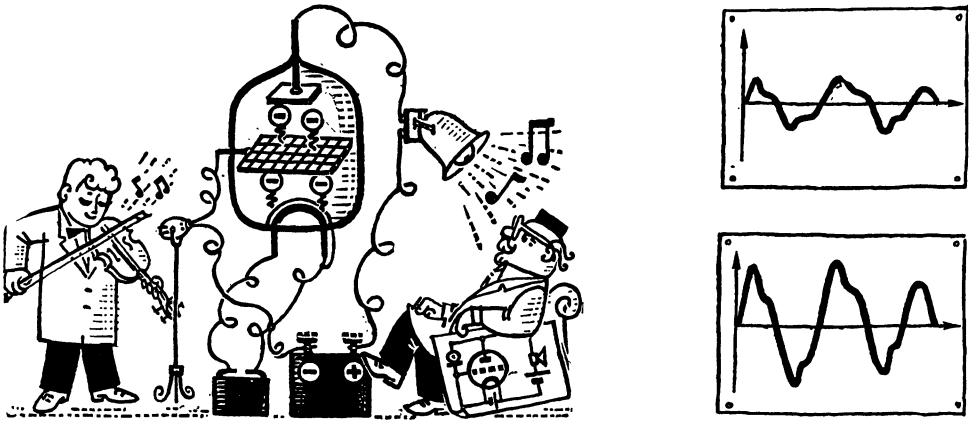
Электронные лампы

Простейший электровакуумный прибор — д и о д. Основа его — стеклянный, металлостеклянный или металлокерамический баллон, из которого откачан воздух (создан вакуум). Внутри баллона находятся два (отсюда и название «диод») металлических электрода — а н о д и к а т о д.

Катод накаляют до 800—1200°, а иногда и до 2500—2800°. Как известно, с повышением температуры хаотичное движение электронов в металле становится более интенсивным. Многие электроны «выпрыгивают» из раскаленного катода. Явление это называется т е р м о э л е к т р о н н о й э м и с с и е й.



Диод пропускает электрический ток лишь в одном направлении. Поэтому с его помощью можно превращать переменный ток в пульсирующий.



С помощью трехэлектродной лампы можно усиливать электрические сигналы.

Присоединим анод и катод к батарее — ее обычно называют анодной. Если «плюс» батареи подключен к аноду, то к нему устремятся вылетевшие из катода электроны (их заряд «минус») и в лампе появится нужное нам движение свободных зарядов — анодный ток. Совершенно ясно, что никакого тока в лампе не будет, если на анод подать «минус». В этом случае анод не только не будет притягивать электроны, но даже, наоборот, будет их отталкивать. Отсюда можно сделать вывод: диод пропускает ток только в одном направлении.

Теперь нетрудно сообразить, что произойдет, если включить между анодом и катодом источник переменного тока: диод будет работать «через такт», будет пропускать ток только в те моменты, когда на аноде действует «плюс». Это значит, что с помощью диода можно превратить переменный ток в пульсирующий, или, как еще говорят, выпрямить переменный ток. За свою одностороннюю проводимость диод получил название электрического вентиля.

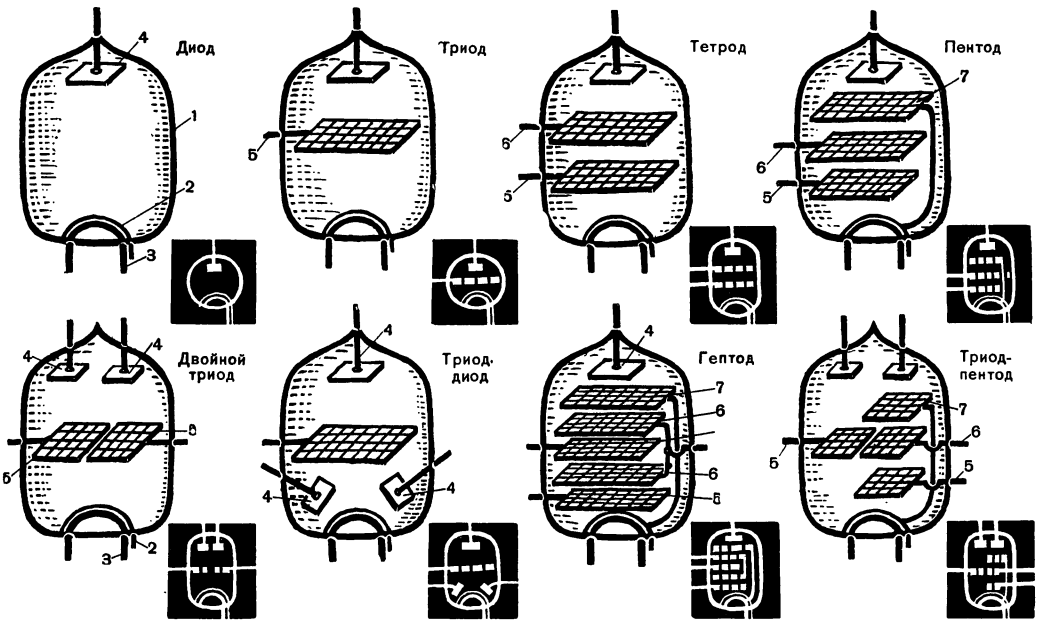
Первые электровакуумные диоды появились в 1904 г., а через три года американский инженер Ли де Форест создал на их базе т р и о д, т. е. трехэлектродную лампу. Появление триода произвело в радиотехнике настоящую революцию, так как он впервые позволил осуществить усиление (а вместе с ним и целый ряд других исключительно важных преобразований) электрических сигналов.

В трехэлектродной лампе между анодом и катодом есть металлическая сетка (она называется управляющей). Сетка расположена очень близко к катоду, и поэтому напряжение на ней сильно влияет на количество и скорость электронов, летящих к аноду, т. е. на величину анодного тока. Даже небольшой «минус» на управляющей сетке, отталкивая электроны к катоду, может полностью прекратить анодный ток, несмотря на все усилия анодной батареи (к аноду всегда подключен «плюс») с напряжением 100—200 *в*.

Сетку триода обычно сравнивают с рычагом, который позволяет слабым усилием перемещать большие тяжести. Сигнал, который нужно усилить, подводят к входу лампы, к участку сетка — катод, а усиленный сигнал получают на выходе — в анодной цепи триода. Энергию для усиления исходного сигнала поставляет анодная батарея. Усилительная же лампа, в частности триод, лишь дает возможность управлять этой энергией, менять постоянный ток анодной батареи, превращая его в мощную копию слабого сигнала.

Усилительная лампа делает примерно то же самое, что и обычное электромагнитное реле. Но реле умеет лишь включать и выключать источник мощного сигнала. Что же касается лампы, то ее анодный ток буквально «следует по пятам» за напряжением на управляющей сетке. Поэтому он может в точности скопировать входной сигнал любой формы.

Триоды и сейчас применяются весьма широко, однако в ряде случаев значительно лучшие результаты дают более сложные усилительные лампы — т е т р о д (четырехэлектродная) и п е н т о д (пятиэлектродная). В тетроде, помимо управляющей, есть так называемая экранная сетка, расположенная невдалеке от анода. На нее, так же как и на анод, подается положительное напряжение. В пентоде, кроме того, есть еще одна, третья по счету, сетка, которую обычно так и называют — пентодной. Она расположена между экранной сеткой и анодом, а соединена с катодом обычно внутри баллона.



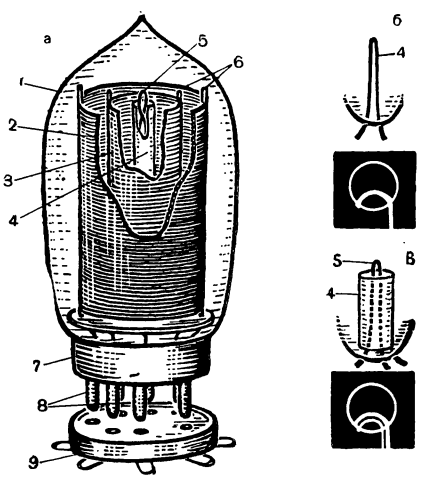
Упрощенное устройство и условное обозначение некоторых электронных ламп: *1* — баллон; *2* — катод; *3* — подогреватель; *4* — анод; *5* — управляющая сетка; *6* — экранная сетка; *7* — пентодная (антидинатронная) сетка.

Дополнительные сетки в тетроде и пентоде играют вспомогательную роль. Каждая из них по-своему улучшает управление анодным током, облегчает работу «командного пункта» — управляющей сетки.

Конструкция современных ламп такова. В центре баллона «столбом» стоит катод, а вокруг него на металлических стойках — траверсах — закреплены сетки и анод, имеющий форму цилиндра или прямоугольного короба. Кстати, сетки теперь уже совсем не сетки, а навитые на траверсы проволочные спирали.

Из всех электродов особого внимания заслуживают катоды, которые можно разбить на две основные группы — подогревные и прямого накала. В первом случае катод — это тонкая трубочка. В нее вставлена тщательно изолированная нить электрического подогревателя, который можно питать переменным током. Катод прямого накала — это тонкая проволочка. Она «по совместительству» сама выполняет роль подогревателя, питание которого осуществляется постоянным током.

Чтобы облегчить электронам выход из катода, его, как правило, покрывают очень тонким слоем вещества, которое помогает электронам «выпрыгнуть» из катода. Такие катоды называются активированными. Они работают при сравнительно низких температурах и очень боятся перегрева. Если на 10—20% превысить напряжение накала, активный слой может разрушиться и катод преждевременно «потеряет эмиссию» — перестанет выбрасывать электроны.



Устройство электронной лампы: *а* — конструкция триода; *б* — катод прямого накала; *в* — подогревный катод. *1* — баллон; *2* — анод; *3* — сетка; *4* — катод; *5* — подогреватель (нить накала); *6* — траверсы; *7* — цоколь; *8* — штырьки; *9* — ламповая панель.

Многое об электронной лампе можно узнать по ее названию. Первый элемент названия — цифра, она примерно указывает напряжение накала. Чаще других на первом месте встречаются цифры 6 или 1, которые соответствуют напряжению накала 6,3 или 1,2 *в*.

Второй элемент названия — буква, характеризующая тип электронной лампы. Диоды,

в частности, обозначаются буквой Д, триоды — С, тетроды — Э, пентоды—Ж и К. Сравнительно мощные пентоды и тетроды для радиоприемников и телевизоров (выходные лампы) имеют специальное обозначение — букву П; буквой Ц обозначают кенотроны — диоды, предназначенные для выпрямления переменного тока. В приемниках можно встретить и не совсем обычные лампы, обозначаемые буквами А и Е. Первая из них — гептод — семиэлектродная лампа с двумя экранными, а главное, с двумя управляющими сетками. Вторая лампа — оптический индикатор настройки (светящийся зеленый «глазок»).

В большом ассортименте выпускаются так называемые комбинированные лампы, где в одном баллоне находятся два, а то и три самостоятельных электронных прибора. Каждая такая комбинация также имеет свое обозначение: двойной диод — Х, двойной триод — Н, диод-триод — Г, диод-пентод — Б, триод-пентод — Ф, триод-гептод — И.

Третий элемент обозначения — цифра, указывающая конкретный тип лампы. Например, лампы 6К3 и 6К4 — это разные типы пентодов, 6А7 и 6А8 — разные типы гептодов, 6П1П и 6П14П — разные типы выходных ламп. Как видно из двух последних обозначений, в название лампы может входить и четвертый элемент — еще одна буква. Она говорит о конструктивных особенностях лампы. Так, буква С означает «стеклянная», П — «пальчиковая» (т. е. сравнительно небольшая), К — «металлокерамическая», Б — «миниатюрная» (диаметр — 10 *мм*), Р — «сверхминиатюрная» (диаметр — 4 *мм*), Ж — лампа типа «желудь».

Для удобства замены ламп их включают в аппаратуру через контактные ламповые панельки. Ножки ламп, соединенные с электродами, вставляют в соответствующие гнезда панельки, к которым подключены электрические цепи самого аппарата.

До сих пор мы говорили о сравнительно небольших и маломощных, так называемых приемно-усилительных лампах. Даже самые мощные из них усиливают сигнал не более чем до 5—6 *вт*. Обычно этого достаточно, чтобы создать громкое звучание приемника или телевизора. Однако для больших радиоузлов и радиопередатчиков нужны совсем другие мощности — здесь счет идет на киловатты, а иногда даже на тысячи киловатт.

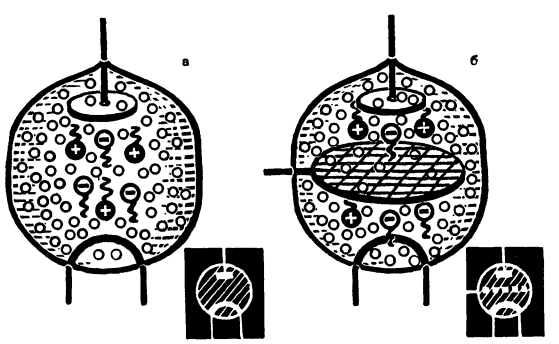
По принципу действия мощные электронные лампы (обычно это триоды) мало отличаются от уже знакомых нам приемно-усилительных, но устроены они совсем по-другому. Уже при мощностях 20—30 *квт* анод лампы, подобно автомобильному двигателю, приходится охлаждать проточной водой. Задача эта осложнена тем, что на анод подается высокое, в несколько тысяч вольт, напряжение.

Одна из самых мощных в мире — советская лампа, на выходе (т. е. в анодной цепи) которой можно получать сигналы до нескольких сот киловатт. Она сделана разборной, чтобы при повреждении какой-нибудь детали, например катода или сетки, заменить только их, а не выбрасывать всю лампу. Во время работы к лампе все время подключен вакуумный насос. Он непрерывно откачивает воздух.

Специальные электровакуумные приборы приходится строить не только для больших мощностей, но и для очень быстро меняющихся сигналов, например для усиления переменных токов сверхвысокой частоты (СВЧ). Это клистрон, лампа «бегущей волны», магнетрон, триод с дисковыми выводами и т. д. Об их устройстве мы здесь не будем рассказывать. С ними вы можете познакомиться в специальной литературе.

Газонаполненные приборы

Наряду с вакуумными весьма широко, особенно в промышленной электронике, применяются различные газонаполненные приборы. В подавляющем большинстве они пригодны лишь для медленных сигналов, но зато позволяют легко оперировать токами большой мощности. Во время работы газонаполненный прибор узнать довольно просто — при прохождении тока через ионизированный газ (обычно это пары ртути или инертные газы) в нем возникает довольно яркое синеватое свечение. Если



Газонаполненные приборы: *а* — газотрон; *б* — тиратрон.

же подобное свечение появится в обычной электронной лампе, то, значит, она «больна», хотя иногда еще продолжает работать.

В электронной аппаратуре часто можно встретить газонаполненные диоды — газотроны и триоды — тиратроны небольшой и средней мощности. Тиратроны могут усиливать далеко не все виды сигналов и поэтому редко конкурируют с вакуумными лампами. Часто их используют в роли электронных реле и выпрямителей. Сравнительно недавно появились и начинают применяться в аппаратуре маленькие и экономичные тиратроны с «холодным катодом», т. е. без нити накала.

В энергетике, в частности для питания электрического транспорта, применяют большие и мощные газонаполненные приборы. В их числе ртутные выпрямители — диоды, которые дают ток в сотни ампер. Работают они с очень высоким к. п. д.— потери энергии не превышают нескольких процентов.

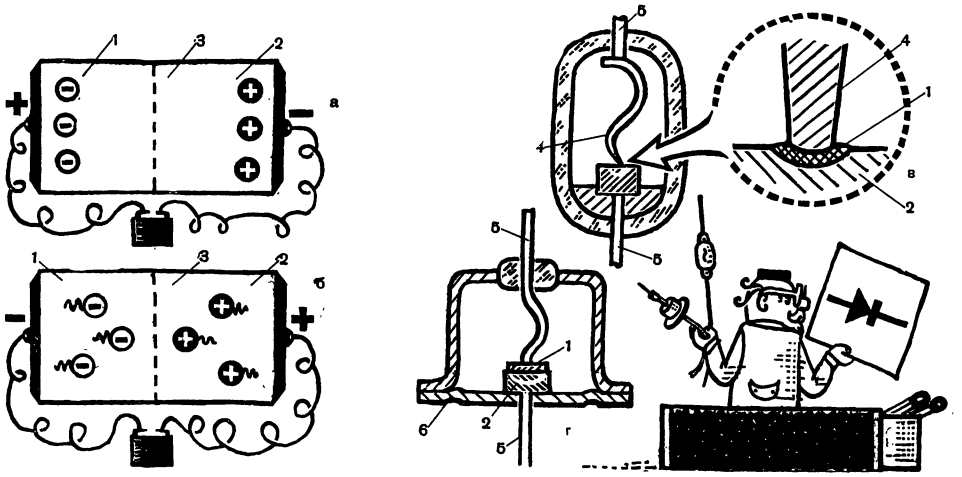
Транзисторы

Вакуумные и газонаполненные выпрямители первыми из электронных приборов почувствовали появление мощного конкурента — полупроводников. Уже через два года после изобретения электронной лампы, в 1906 г., появились первые кристаллические детекторы — некоторое подобие полупроводниковых диодов. Еще через 12 лет были созданы селеновые и купроксные (меднозакисные) вентили, в которых односторонней проводимостью обладает пограничный слой, контакт между металлом и полупроводником (селен, закись меди). Селеновые вентили и сейчас широко применяются в различных областях техники. Правда, каждый из них выпрямляет напряжение не больше 20—50 *в*, но это не беда. Там, где нужно выпрямить большее напряжение, селеновые вентили соединяют последовательно, собирают из них многоэлементные столбики. В приемниках и телевизорах, например, используются селеновые столбики, запрессованные в пластмассу.

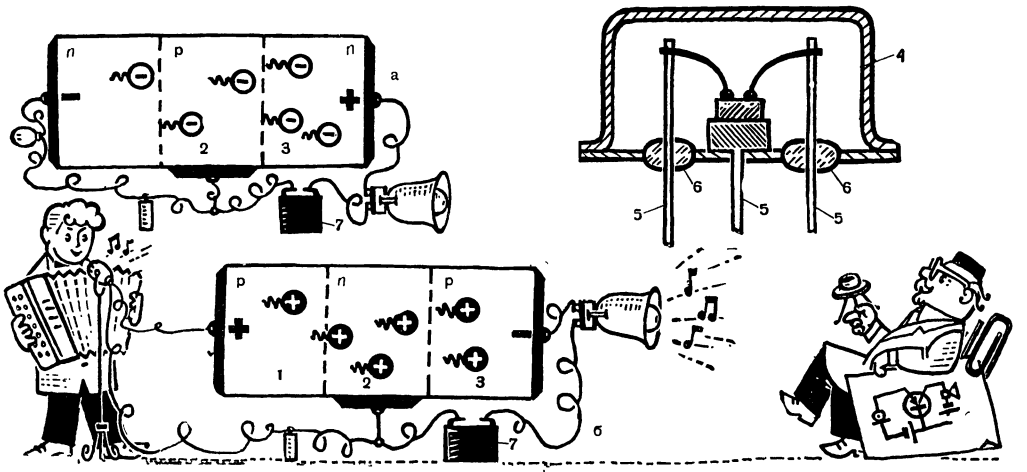
Самые распространенные сейчас вентили — это германиевые и кремниевые диоды. Основа такого диода — кристалл полупроводника, в котором имеются две зоны, две примыкающие друг к другу области — одна с положительными (зона *p* — от слова «позитив», что значит «положительный») и другая с отрицательными (зона *n* — от слова «негатив», что значит «отрицательный») свободными зарядами. Эти зоны создаются путем добавления в кристалл специальных примесей, причем в ничтожных количествах — буквально один атом на десять миллиардов. Область, где граничат зона *p* и зона *n*, называется *pn*-переходом.

Зону *p* можно сравнить с анодом обычного вакуумного диода: если подать на нее «плюс», то в цепи полупроводникового диода пойдет ток, а на границе между зонами будет происходить обмен зарядов. Если же подать «плюс» на зону *n* (она, так же как и катод, источник свободных электронов), то свободные заряды оттянутся от *pn*-перехода и тока в цепи не будет. Так выглядит (конечно, весьма упрощенно) механизм односторонней проводимости полупроводникового диода.

Первые удачные опыты с кристаллическими усилителями были проведены в начале 30-х



Полупроводниковый диод так же как и вакуумный, пропускает ток только в одном направлении — *а* и *б*. Точечный диод *в*. Плоскостной диод *г*. *1* — зона *n*; *2* — зона *p*; *3* — *pn*-переход; *4* — игла; *5* — выводы; *6* — корпус.



Транзисторный усилитель: *а* — с транзистором *n-p-n*; *б* — с транзистором *p-n-p*. *1* — эмиттер; *2* — база; *3* — коллектор; *4* — корпус; *5* — выводы; *6* — изолятор; *7* — коллекторная батарея.

годов советским инженером О. Лосевым. С 1948 г. широкое применение начали приобретать полупроводниковые триоды — транзисторы. Транзистор в какой-то степени напоминает вакуумный триод. В нем также имеются три главные детали — три зоны полупроводника с различной проводимостью. В зависимости от комбинации этих зон различают транзисторы типа *p—n—p* (их подавляющее большинство) и *n—p—n*. Средняя зона называется б а з о й или о с н о в а н и е м. Ее обычно сравнивают с управляющей сеткой лампы. К базе примыкают две другие зоны транзистора. Одна из них — э м и т т е р — в какой-то степени напоминает катод, другая — к о л л е к т о р — выполняет те же функции, что и анод лампы.

Как же работает транзистор?

Рассмотрим для примера транзистор типа *p—n—p*. Это фактически два диода с общей зоной *n* (база). Один из диодов, участок эмиттер—база,— это вход триода. Сюда подается сигнал, который нужно усилить. Под действием входного сигнала свободные положительные заряды попадают из эмиттера в базу, проходят сквозь нее (это называется диффузией зарядов) и становятся достоянием второго диода — участка база — коллектор. На коллектор подается «минус», который с силой «тянет» к себе положительные заряды и создает коллекторный ток. Это копия анодного тока. Но поскольку выходной (коллекторный) ток получает энергию от коллекторной батареи, она разгоняет свободные заряды, дает им возможность преодолевать большие сопротивления, выделять большую мощность — эта копия получается мощной, усиленной. Таким образом, в транзисторе происходит усиление сигнала, и выходной ток может преодолевать значительно бо́льшие сопротивления, выполнять значительно бо́льшую работу, чем входной. Об этом говорит и само слово «транзистор»: оно составлено из двух слов — «трансформатор» (преобразователь) и «резистенс» (сопротивление).

Подобным же образом работает триод типа *n—p—n*, только здесь эмиттер выбрасывает не положительные заряды, а свободные электроны и на коллектор (совсем уже как в лампе!) подается «плюс». Транзисторы работают при очень небольших напряжениях на коллекторе — от долей вольта до нескольких вольт (в лампе на аноде десятки вольт). Накальная батарея им совсем не нужна. В переносной аппаратуре, например в портативных приемниках, это дает огромный выигрыш габаритов и веса, и поэтому здесь транзисторы почти полностью вытеснили электронные лампы.

Первые плоскостные транзисторы могли усиливать лишь сравнительно медленные сигналы, так как полупроводниковые детали не удавалось делать достаточно тонкими. Заряды слишком долго пробирались сквозь базу, и на высоких частотах коллекторный ток сильно отставал от входного сигнала. Современная технология позволяет делать эмиттер и базу очень тонкими: эмиттер толщиной до 3 *мк*, а базу — до 1 *мк*. Подобные транзисторы могут усиливать переменные токи очень высокой частоты, вплоть до нескольких тысяч мегагерц, и практически уже догнали электронные лампы. Хуже обстоит дело с мощностью: пока на выходе транзистора не удается получить больше нескольких десятков ватт. Лишь некоторые ключевые триоды — своего рода полупровод-

никовые тиратроны — дают на выходе до 10 *квт*. В самое последнее время созданы очень мощные кремниевые диоды, способные выпрямлять ток вплоть до нескольких тысяч ампер. Кто знает, может быть, через них лежит путь к транзистору, который будет конкурировать с самыми мощными электронными лампами.

Электронных приборов сейчас так много, что простое перечисление их главных типов, главных разновидностей заняло бы несколько страниц. И нужно сказать, что количество этих приборов все время растет, появляются все новые и новые образцы. Так, например, совсем недавно был создан туннельный диод, который не только выпрямляет, но и усиливает переменный ток; причем работает он на очень высоких частотах. Создаются хемотроны, где управление потоком зарядов осуществляется в жидкости. Специально для вычислительной техники сконструированы запоминающие электронные приборы, по своему устройству похожие на электроннолучевые трубки.

■

ЭЛЕМЕНТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Подобно тому как самые различные здания сейчас строят из нескольких основных типов панелей и блоков (см. статьи раздела «Строительство»), разные радиоэлектронные аппараты собираются из некоторого набора стандартных узлов и деталей.

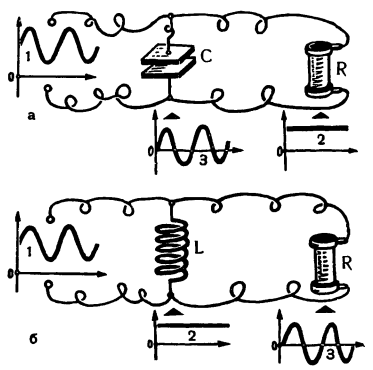
В этом случае главные «строительные блоки» — это почти всегда электронные приборы, например лампы, а самая массовая деталь — сопротивление. Его главная задача (об этом говорит само название)—оказывать сопротивление переменному току, поглощать излишки энергии, устанавливать заданные режимы. Наряду с постоянными имеются и переменные сопротивления, величину которых можно плавно изменять.

Вообще же в электронной аппаратуре встречаются сопротивления самой различной величины — доли ома, десятки килоом (1 *ком*= 1000 *ом*) и даже сотни тысяч мегом (1 *Мом*= 1 млн. *ом*). Сопротивления (сокращенно обозначаются буквой R) могут быть рассчитаны на разные мощности — от долей ватта до нескольких десятков ватт.

Распространенная деталь — конденсатор (сокращенно обозначается буквой C). Он выполняет различные функции, например накапливает электрические заряды, разделяет постоянную и переменную составляющие сложного тока (постоянная составляющая не проходит через конденсатор, а переменная проходит). Главные детали конденсатора — металлические пластины или комплект пластин, между которыми расположен тонкий слой изолятора. Пластины (на них и происходит накопление зарядов) делают в виде дисков, цилиндров или длинных, свернутых в спираль полос фольги.

О способности конденсатора накапливать заряды говорит его электрическая емкость, измеряемая в фарадах. Фарада — величина чрезвычайно большая и на практике не встречается никогда. Распространенные типы конденсаторов имеют емкость от нескольких пикофарад (триллионная доля фарады; 1 $n\phi = 10^{-12}\phi$) до нескольких сотен микрофарад (миллионная доля фарады; 1 $мк\phi = 10^{-6}\ \phi = 10^{6}\ n\phi$). Большую емкость имеют электролитические конденсаторы, где накопление зарядов происходит в результате сложных физико-химических процессов. В ряде случаев применяют конденсаторы переменной емкости, с подвижными пластинами.

В отличие от конденсатора катушка индуктивности (самоиндукции), которую для простоты обычно называют просто катушкой (L), легко пропускает постоянный ток и оказывает сопротивление переменному.



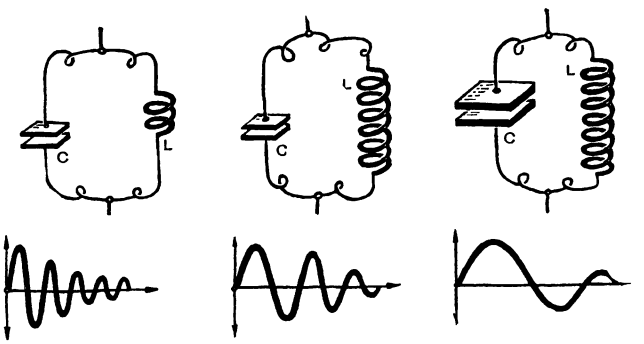
Фильтры для разделения пульсирующего тока на постоянную и переменную составляющие: *а* — **фильтр** *RC*; *б* — **фильтр** *RL*. *1* — **пульсирующий ток**; *2* — **постоянная составляющая**; *3* — **переменная составляющая.**

Если по проводнику катушки пропустить ток, то вокруг нее (так же, впрочем, как и вокруг любого другого проводника с током) возникает магнитное поле. Способность катушки создавать поле характеризуется индуктивностью (коэффициент самоиндукции), единицей измерения которой служит генри (*гн*). Чем больше витков содержит катушка, тем больше ее индуктивность. Можно увеличить индуктивность, если вставить в катушку сердечник из вещества с содержанием железа или его соединений. Сердечники катушек, по которым проходит постоянный или низкочастотный переменный ток, собирают из тонких стальных пластин. Для высокочастотных катушек сердечники делают из различных прессованных порошков. В последнее время особенно распространены прессованные ферритовые сердечники. Для того чтобы плавно менять индуктивность катушки, в нее вставляют передвижной сердечник. Катушку, которую нужно уберечь от внешних электрических или магнитных полей, помещают в металлический, обычно алюминиевый, кожух — экран. С той же целью помещают в экран провода, а иногда и целые блоки аппаратуры.

Комбинируя различным образом сопротивления, конденсаторы и катушки, создают различные фильтры — электрические цепи, которые могут разделять сложный ток на составляющие. Эта «способность» фильтров основана на том, что конденсатор и катушка по-разному пропускают синусоидальные составляющие разных частот: с увеличением частоты сопротивление конденсатора уменьшается, а сопротивление катушки увеличивается.

Своего рода фильтр и колебательный контур. Это объединение конденсатора и катушки. Введем в контур порцию энергии — зарядим для этого конденсатор. В контуре появится переменный ток, частота которого зависит от индуктивности катушки и емкости конденсатора. Если же подвести к контуру переменные токи различных частот, он «выберет» только ту составляющую, частота которой равна (или очень близка) частоте собственных колебаний. «Избранная» составляющая, действуя «в такт» с собственными колебаниями контура, усиливает их. Это явление — его называют резонансом — напоминает увеличение размаха маятника, если его подталкивать в такт.

Колебательный контур — это не только фильтр для выделения сигналов определенной частоты. Контур может и сам служить источником сигнала — генератором переменного тока. Правда, у контура-генератора есть серьезный недостаток: электромагнитные колебания в нем довольно быстро затухают, так как энергия расходуется на преодоление разного рода сопротивлений, например сопротивления проводов катушки. Нечто подобное происходит и в маятнике, колебания которого затухают по мере того, как энергия расходуется на трение.

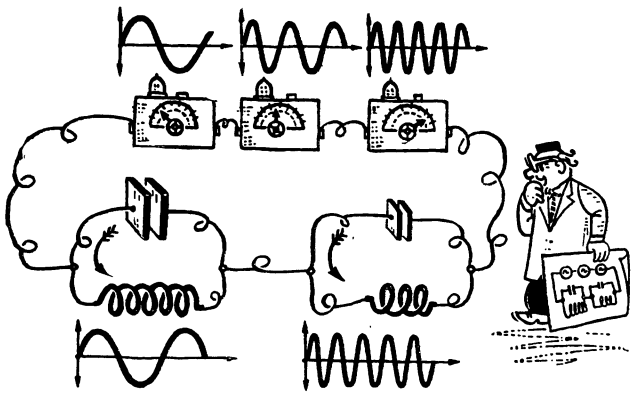


С увеличением индуктивности и емкости колебательного контура частота собственных колебаний уменьшается.

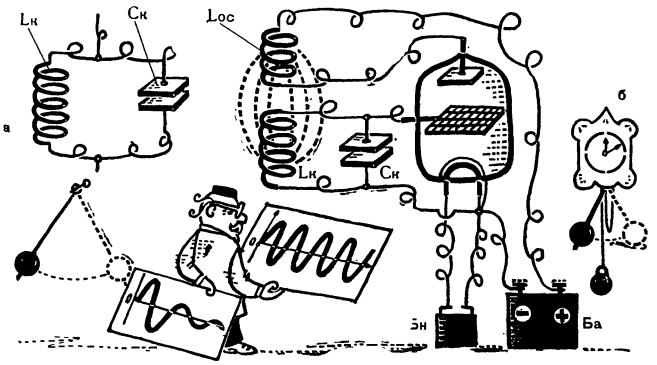
Генератор незатухающих колебаний можно построить, если объединить контур с усилительной лампой или транзистором. Подключим контур к управляющей сетке лампы, а в ее анодную цепь включим катушку обратной связи, расположенную вблизи контурной катушки. Как только в контуре возникнут собственные колебания, в анодной цепи появится их «мощная копия». Через катушку обратной связи «мощная копия» передаст часть своей энергии обратно в контур и таким образом скомпенсирует потери в нем. Колебания станут незатухающими. Разумеется, все это произойдет лишь в том случае, если обратная связь будет положительной, если энергия, которая попадет в контур из анодной цепи, будет поддерживать собственные колебания, действовать в такт с ними.

Источником энергии для создания переменного тока является анодная батарея. Контур совместно с лампой лишь позволяет преобразовать эту энергию и получить переменный ток. Очень важно, что частоту переменного тока легко изменять, подбирая соответствующим образом емкость конденсатора и индуктивность катушки. Чем меньше емкость и индуктивность, тем выше частота. Наряду с колебательными контурами в ламповых или транзисторных генераторах используют цепочки из конденсаторов и сопротивлений.

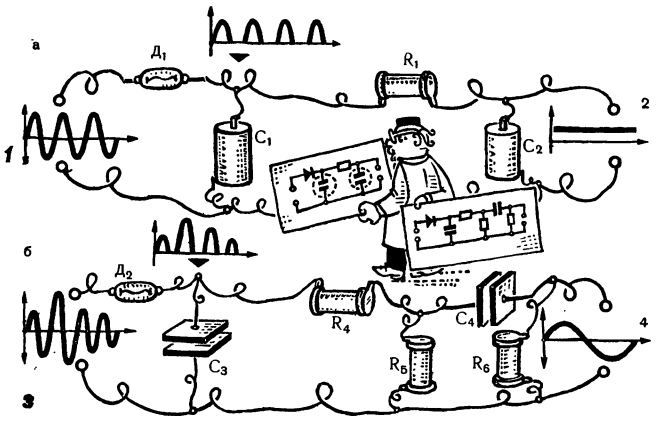
Один из самых распространенных элементов радиоэлектронной аппаратуры — это лампо-



С помощью колебательного контура можно выделить сигнал определенной частоты.



В колебательном контуре (*а*) электромагнитные колебания постепенно затухают. А рядом (*б*) — ламповый генератор незатухающих колебаний. *Lк* и *Cк*—катушка и конденсатор контура; *Lос* — катушка обратной связи; *Бн* — батарея накала; *Ба*—анодная батарея.



Выпрямитель (*а*): *1* — переменное напряжение; *2*—выпрямленное напряжение; $Д_1$— плоскостной диод; $R_1C_1C_2$— фильтр. Детектор (*б*): *3* — модулированное напряжение; *4* — низкочастотный сигнал; $Д_2$ — точечный диод; $R_4R_5R_6C_3C_4$ — фильтр.

вые или транзисторные усилители. Существует огромное множество усилительных схем, но их можно разделить на несколько основных групп: усилители высокой частоты, низкой частоты, импульсные усилители, усилители напряжения, мощности, тока, усилители с обратной связью и др.

Лампа или транзистор вместе со всеми относящимися к ним деталями образуют усилительный каскад. Там, где не справляется один каскад, применяют многокаскадные усилители и сигнал последовательно передают с одного каскада на другой. Наряду с лампой или транзистором обязательный элемент усилительного каскада — нагрузка, в которой используется энергия усиленного сигнала. В усилителе низкой частоты нагрузкой может быть громкоговоритель (подключается к лампе через трансформатор), в усилителе высокой частоты — колебательный контур. Очень часто роль нагрузки выполняет сопротивление. Нагрузку обычно включают в анодную цепь лампы или в коллекторную цепь транзистора.

Для питания электронных приборов необходимо постоянное напряжение — в лампах оно подается на анод, в транзисторах — на коллектор. Если аппаратура питается от сети переменного тока, то постоянное напряжение получают с помощью полупроводникового диода, кенотрона или другого выпрямителя, который превращает переменный ток в пульсирующий. Затем следует фильтр. Он «отбрасывает» переменные составляющие. Теперь остается необходимое для питания анодных или коллекторных цепей «чистое» постоянное напряжение.

Очень похож на выпрямитель другой распространенный каскад — детектор. Здесь также есть выпрямитель, который превращает модулированный переменный ток в пульсирующий. Из него фильтр детектора выделяет только составляющую низкой частоты, т. е. именно тот сигнал, который был «спрятан» в модулированном токе. Само слово «детектор» означает «обнаружитель» и происходит от того же корня, что и слово «детектив» (т. е. сыщик).

Многие основные детали и узлы электронной аппаратуры были созданы при разработке систем радиосвязи и ее могучих «ветвей»— многоканального телефона и телеграфа, телевидения, звукозаписи, радиолокации, телеуправления. На примере этих областей техники мы сейчас увидим, как из отдельных блоков создается сложная радиоэлектронная аппаратура, как она устроена, как работает, где и для чего применяется.

ПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ

Все системы электросвязи обычно делят на две основные группы — проводные и беспроволочные, или, иначе, радио. Долгое время электроника применялась только в аппаратуре радиосвязи — оттуда она и начала свой путь в различные области техники. Сейчас электронная аппаратура очень широко используется и в проводной связи. Поэтому последнюю можно с полным правом считать одной из отраслей радиоэлектроники.

Проводная связь — один из основных видов электрической связи — существует более ста лет. Сейчас без нее нельзя представить себе современную жизнь. На всех континентах мира можно увидеть ровный ряд столбов с изоляторами и подвешенными на них проводами. Это воздушные линии связи. Многих линий связи не видно. Они проложены под землей или под водой, по дну рек, морей, океанов. Это подземные или подводные кабели. Под мостовыми и тротуарами городов в специальных трубопроводах проложены кабели городских телефонных сетей.

В. И. Ленин у телефона (рисунок худ. П. Васильева).

Как организована связь

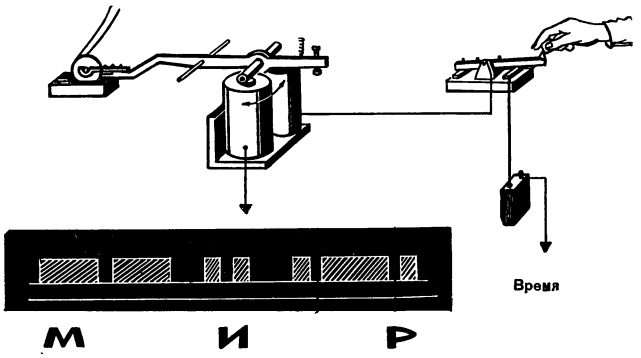
Проводную связь организуют с таким расчетом, чтобы человек, где бы он ни находился, мог поговорить по телефону или передать телеграмму в любой другой район. Делается это так. В больших городах Советского Союза строят главные узлы связи (крупные телеграфы и междугородные телефонные станции). Они соединены с Москвой и друг с другом. С главными узлами связаны областные, с областными — районные и т. д. Если требуется, например, позвонить по телефону из одного областного центра в другой, а они не имеют прямой связи друг с другом, соединение осуществляется через главный узел.

При такой системе не нужно строить так много линий, как в том случае, если мы соединяли бы каждый город с каждым. Но и без этого хозяйство связи нашей страны огромно. Телеграфных и телефонных станций у нас тысячи; телеграфных аппаратов — десятки тысяч, а телефонных — миллионы. Кроме того, сложное оборудование и огромное линейное хозяйство — сотни тысяч километров воздушных линий связи и подземных кабельных магистралей. И все же бурно развивающемуся народному хозяйству нашей страны средств связи не хватает. «Произойдет еще большее развитие всех средств связи (почта, радио, телевидение, телефон и телеграф). Все районы страны получат хорошую и устойчивую связь...» — записано в Программе КПСС.

Над выполнением этой задачи и трудятся советские связисты.

Что передается по проводам

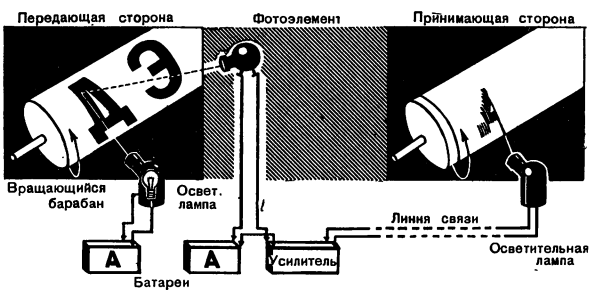
Передать телеграмму с помощью электрического тока можно двумя способами. Первый — когда применяют специальную телеграфную азбуку — к о д (например, азбука Морзе) и, пользуясь ею, передают текст телеграммы. Условившись, что короткое включение электрической цепи (его обычно называют «точкой»)



Передача телеграмм с помощью азбуки Морзе.

обозначает букву Е, а более продолжительное («тире») — букву Т и т. д., можно передать любой текст.

При этом на принимающей станции якорь электромагнита аппарата притягивается к сердечникам или отходит от них. Эти колебания якоря записываются на движущейся бумажной ленте в виде точек и тире. Сейчас применяют телеграфные аппараты, печатающие уже не точки и тире, а сразу буквы. Такие буквопечатающие телеграфные аппараты работают на пятизначном коде. Каждому знаку по этому коду соответствует комбинация из пяти электрических импульсов двух видов, например положительных и отрицательных. Вместо отрицательных можно «передавать» паузы, которые в этом случае называют бестоковыми посылками. В передатчике каждая клавиша соответствует определенному знаку. При нажатии она перемещает пять стальных линеек. Сместившись влево, эти линейки освобождают контактные пружины и дают им возможность замкнуться (токовые посылки). Линейки, переместившиеся вправо, не дают замкнуться контактным пружинам (бестоковые посылки).



По такой схеме работает большинство фототелеграфных аппаратов.

В приемнике происходит обратное действие: комбинация электрических импульсов, воздействуя на электромагнитную систему, преобразуется в механическую комбинацию, т. е. в то или иное расположение линеек. После этого специальный механизм расшифровывает эту комбинацию и отпечатывает в виде знака на бумажной ленте.

Второй способ передачи телеграммы с помощью электрического тока — фототелеграфирование, передача изображения телеграмм, рукописного или машинописного текста, чертежа, фотографии и т. д.

По этому способу телеграфирования текст телеграммы нужно сначала «разобрать» на части и преобразовать последовательно каждую часть в электрический ток, а затем на другой станции «собрать» в одно целое. Как же это сделать? Представьте себе, что вам нужно рассмотреть большую картину, но кругом темно, а в руках у вас только маленький электрический фонарик с узким лучом света. Направив фонарик на картину, вы сможете рассмотреть ее только по частям. Но если сфотографировать каждый такой участок, то потом из них можно сложить всю картину. Этот принцип и применен в фототелеграфии.

В передающем фототелеграфном аппарате телеграмму закрепляют на вращающемся барабане и освещают узким — диаметром до 0,2 *мм* — пучком света, который последовательно «обходит» все изображение. Любое изображение состоит из большого числа светлых и темных точек (элементов). От светлых элементов луч отражается лучше, от темных — хуже, т. е. при прохождении луча по изображению яркость отраженного света все время изменяется. Отраженный луч попадает на фотоэлемент, который изменяет ток в цепи в зависимости от его яркости.

Больший ток в цепи фотоэлемента получается при отражении луча от «белого» поля, меньший — от «серого» и еще меньший — от «черного». Таким образом, полученный с фотоэлемента электрический сигнал — это серия различных по величине импульсов, каждый из которых соответствует определенной точке фототелеграммы. После усиления сигнал поступает в линию связи и по ней попадает на специальную осветительную лампу в приемном аппарате. В зависимости от величины тока, поступающего с линии, лампа в различной степени засвечивает фотобумагу. Остается эту бумагу проявить и перевести изображение в позитив. Для этого в приемном аппарате есть специальное устрой-

ство — фотолаборатория-автомат. Есть фототелеграфные аппараты, в которых изображения принимаются на электрохимическую бумагу. Такую фототелеграмму сразу же, без дополнительной обработки, можно вручать адресату. Есть аппараты, в которых специальное электромагнитное «перо» воспроизводит рисунок на обычной бумаге.

Для передачи речи и музыки звуковые колебания тоже преобразуют при помощи микрофона в электрические сигналы, которые и путешествуют по проводам. На приемном конце линии электрические колебания преобразуются телефоном в звуковые.

В телефонных аппаратах работают угольные микрофоны и электромагнитные телефоны. Звуковые волны заставляют колебаться мембрану микрофона, и она сжимает угольный порошок, заключенный в металлический капсюль. Электрическое сопротивление порошка меняется, а следовательно, меняется и ток в цепи. На приемной стороне линии связи этот изменяющийся ток попадает в телефон, проходит по обмотке его электромагнита, заставляет колебаться мембрану. Она-то и создает звуковые волны, «переводит» сигнал с электрического «языка» на звуковой.

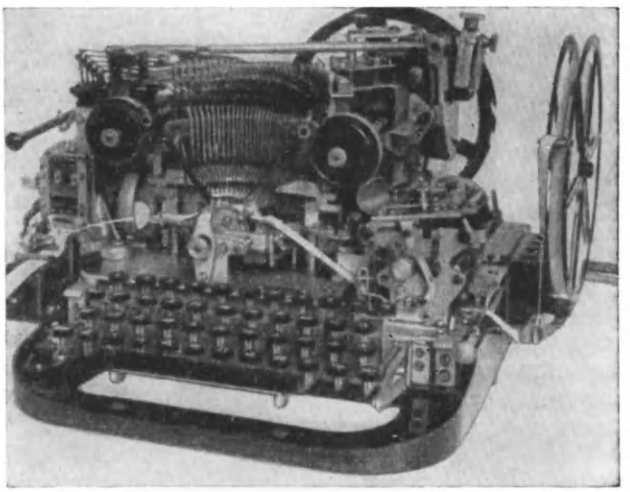
Итак, мы убедились, что при любом виде проводной связи от передатчика к приемнику путешествуют только электрические сигналы.

Путь телеграммы

Многим из вас приходилось отправлять или получать телеграммы. Свыше двухсот миллионов телеграмм путешествует ежегодно по нашей стране! А знаете ли вы, что происходит с телеграммой потом, после того как вы передали ее приемщице?

Вот телеграмма на пюпитре телеграфного аппарата. Если это аппарат Морзе, то телеграфист передает ее, замыкая и размыкая цепь электрического тока с помощью телеграфного ключа. Но как бы быстро он ни работал, больше 15—20 телеграмм в час передать нельзя. Поэтому, несмотря на простоту устройства, аппарат Морзе стал редкостью.

На смену этому тихоходу пришли стартстопные буквопечатающие аппараты типа пишущей машинки. Они в основном и действуют сейчас на телеграфных связях. Телеграммы здесь принимают на бумажную ленту или на лист бумаги. Практически передать текст на них может любой грамотный



Стартстопный буквопечатающий телеграфный аппарат.

человек. Стартстопными эти аппараты называют потому, что для передачи одного знака, одной буквы их передатчики и приемники пускают в ход (старт) и после передачи пяти импульсов останавливают (стоп).

Но вот телеграмма передана на другую станцию. Конечно, путь ее не всегда прямой: ведь если нет непосредственной связи, то телеграмма пройдет через одну или несколько промежуточных станций. Однако для электрического тока практически «все равно», пройти 100, 200, 1000 или 20 000 *км*. Разница во времени составит сотые доли секунды. В действительности же путешествие телеграммы может длиться намного дольше. Задержка обычно происходит потому, что на каждой промежуточной станции телеграмму надо принять и снова передать дальше. При этом возможны и искажения текста.

Как же ускорить переприем и избежать возможных искажений?

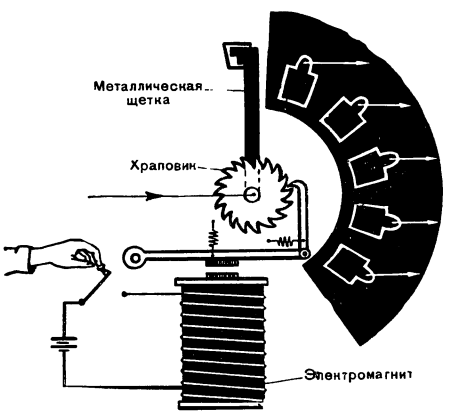
Для этой цели в телеграфии, как и во всех областях техники, где требуется увеличение скорости, применили автомат. Он принимает электрические сигналы с одной станции и передает на другую. Обычно переприем производят на специальную бумажную ленту. Сигналы записывают в виде отверстий по заранее установленному коду, и получают перфорированную ленту, которую можно пропустить через быстродействующий передатчик — трансмиттер.

А можно вообще обойтись без переприема — организовать временную прямую связь между

какими-либо двумя пунктами. Если, например, телеграмма направляется из Ленинграда в Алма-Ату через Москву, то в Москве соединяют линию, идущую к Ленинграду, с линией, идущей к Алма-Ате, и телеграфисты этих городов работают непосредственно друг с другом.

«Фабрика разговоров»

«Фабрикой разговоров» называют телефонную станцию. В каждом городе есть одна или несколько таких станций. У некоторых телефонных аппаратов, чтобы вызвать станцию, надо вращать рукоятку. Это аппараты с индукторным вызовом и местной батареей — МБ. У других достаточно снять трубку с рычага,



Принцип работы искателя автоматической телефонной станции.

и телефонистка дает ответ. Это телефонный аппарат системы ЦБ — центральной батареи, которая установлена на станции. И наконец, на аппарате третьего типа надо снять трубку, дождаться гудка и набрать нужный номер. Это телефонный аппарат автоматических телефонных станций (АТС).

От каждого аппарата к телефонной станции идет двухпроводная линия связи. Обычно она находится в подземном кабеле. От станции в отдельные районы города прокладывают кабели большой емкости. Затем они разветвляются на более мелкие, которые подводят к определенным кварталам, и еще более мелкие — к отдельным домам. Здесь кабели разделяются на однопарные, каждый из которых идет к одному телефонному аппарату.

Наибольшее значение имеют сейчас АТС. Но принцип работы и задача всех телефонных станций одна — напрямик соединять аппараты абонентов. Поэтому мы рассмотрим общую схему работы телефонной станции на наиболее простом примере — на примере ручной телефонной станции. Основное устройство такой станции — коммутатор, куда включаются линии абонентов. Коммутаторов на станции может быть несколько десятков, так как каждый из них обслуживает не более 100—120 линий. За каждым работает одна телефонистка. Коммутатор напоминает шкаф, на передней стенке которого расположены гнезда, похожие на обычные штепсельные розетки. К такому гнезду подключена линия абонента, причем на каждом коммутаторе имеются гнезда всех абонентов.

В нижней части находятся гнезда «своих» абонентов, снабженные вызывными устройствами: электрическими лампами или клапанами. Если абонент вызывает станцию, загорается лампа или открывается дверца клапана. Заметив вызов, телефонистка с помощью гибких шнуров соединяет вызывавшего абонента с требуемым номером.

Более прогрессивно, как уже говорилось, устройство АТС. Число АТС увеличивается из года в год, вытесняя последние ручные станции. Основа автоматической телефонии — два электромагнитных устройства. Первое — это р е л е, представляющее собой электромагнит, якорь которого замыкает, размыкает или переключает контакты. Второе устройство — и с к а т е л ь. Это переключатель, приводимый в действие электромагнитом. Когда по обмотке электромагнита пройдет импульс тока, якорь искателя притянется и «собачка» повернет храповик на один зубец, а металлическая щетка перейдет на один контакт. Сколько импульсов вы подадите на искатель, столько контактов последовательно пройдет щетка. Конечно, искатели автоматических телефонных станций устроены значительно сложнее, но работают все они по такому принципу.

Абонент замыкает электрическую цепь не ключом, а посредством номеронабирателя. Вращая диск, вы посылаете в линию то или иное число импульсов тока. Что происходит при этом на станции? В зависимости от количества абонентов станции номер может быть одно-, двух-, трех-, четырех-, пяти-, шести- и семизначным.

Набрав букву, абонент попадает на районную станцию. Набирая следующие цифры, он заставляет работать ряд реле и искателей. Первый искатель найдет группу абонентов, состоящую, например, из тысячи, в которой нахо-

дится требуемый абонент, следующий — из ста и, наконец, последний искатель — линию вызываемого абонента.

Оборудование автоматической телефонной станции состоит из многих искателей и реле. Эти устройства нужны не только для соединения абонентов, но и для подачи сигналов, указывающих, что линия свободна. Они же посылают вызов абоненту и после окончания разговора приводят все механизмы в прежнее положение. Эти приборы очень точны, не требуют постоянного наблюдения и могут месяцами работать без проверки.

Дальняя связь

По мере своего движения по проводам электрический сигнал теряет энергию, или, как говорят, затухает. Чтобы восполнить потери, нужно добавлять к сигналу энергию из специальных источников. Усиление сигнала осуществляют транзисторные и ламповые усилители. С появлением электронной лампы в технике связи произошел настоящий переворот. Теперь стало возможным телефонировать на любые расстояния. Миллионы электронных ламп работают в аппаратуре дальней связи.

Впервые телефонный усилитель на электронных лампах был создан русским ученым В. И. Коваленковым в 1915 г. Практически его применили только в 1922 г. по указанию В. И. Ленина на линии связи Москва, Кремль — Петроград, Смольный.

Такие автоматически действующие усилительные пункты устанавливают на кабельных магистралях. На поверхности земли виден только люк.

На высокой частоте

Строительство линий связи не простое дело. Оно требует огромных материальных затрат и труда. Для постройки 1 тыс. *км* двухпроводной воздушной линии связи требуется несколько сот вагонов различных материалов. Чтобы проложить 1 тыс. *км* подземного кабеля, необходимо перевезти несколько десятков тысяч тонн различных грузов и выполнить свыше 1 млн. $м^3$ земляных работ. Можно себе представить, как вырастают эти объемы в масштабе всей нашей страны! Не случайно поэтому именно советские ученые одними из первых разрешили задачу уплотнения линий связи, осуществили одновременную передачу нескольких телефонных разговоров и телеграмм по одной линии.

По «уплотненной» линии циркулируют несущие токи высокой частоты. На передающей стороне их модулируют, а на приемной разделяют с помощью фильтров и демодулируют.

В простейшем случае модуляцию можно осуществить так. Высокочастотный ток из лампового генератора поступает в угольный микрофон. Под действием звуковых волн угольный порошок сжимается, это меняет сопротивление микрофона, и на его выходе получается модулированный (по амплитуде) ток.

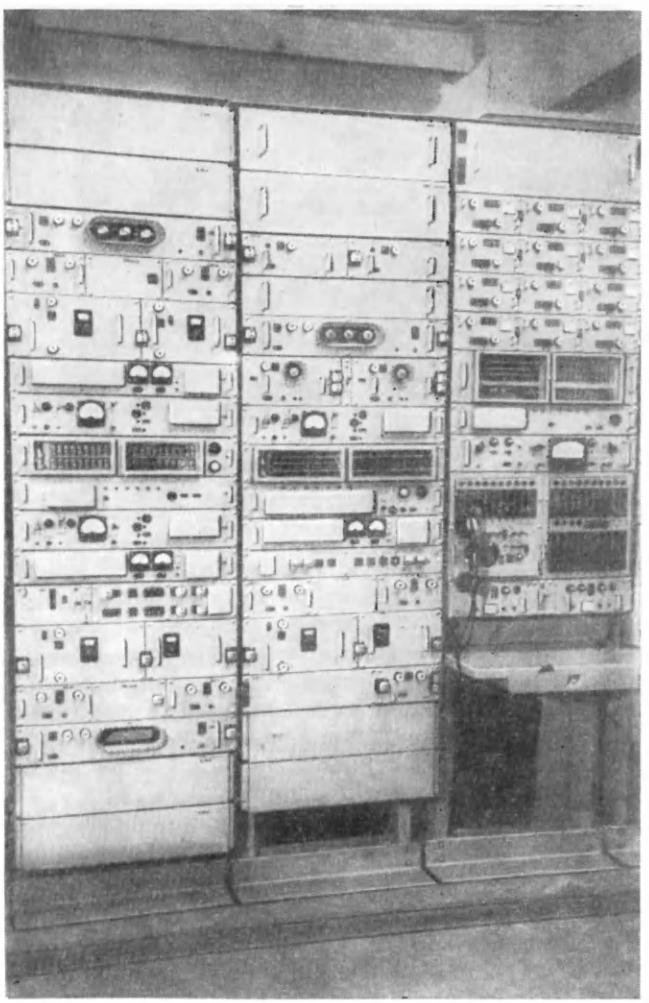
Для демодулирования можно применить ламповый или полупроводниковый диод с фильтром. Диод превратит переменный ток в пульсирующий, а фильтр «отбросит» все его составляющие, кроме одной — низкочастотного тока. Он и является «электрической копией» произнесенного звука. А конечный пункт для тока низкой частоты — это телефон, который превращает электрические колебания в звуковые.

Для каждого телефонного канала в линии отводится «полоса» частот шириной 4 тыс. *гц*: для одного канала — от 12 до 16 тыс. *гц*, для другого — от 16 до 20 тыс. *гц* и т. д. В каждой «телефонной» полосе частот можно разместить 16—18 телеграфных связей, так как один телеграфный канал занимает полосу шириной всего 25—30 *гц*. Несущими для телеграфных сигналов будут токи звуковых частот, а для них в свою очередь несущими являются токи высокой частоты. Такая система уплотнения линии связи называется вторичным уплотнением цепей.

Сколько же всего каналов можно «втиснуть» в одну линию? Для разных линий по-разному — это зависит от максимальной частоты, которую может передать данный тип линии связи. Естественно, чем выше эта частота, тем больше каналов вместит линия.

Современная аппаратура высокочастотного телефонирования позволяет по одной двухпроводной воздушной линии из цветного металла проводить 16 одновременных телефонных разговоров или 288 телеграфных связей. При этом вместо каждого телефонного разговора можно осуществить одну фототелеграфную связь, а вместо каждых двух — передачу радиопрограммы.

Емкость обычных кабельных линий значительно больше — здесь можно разместить до 60 телефонных каналов или около 1000 телеграфных. Очень велика емкость так называемого коаксиального кабеля. Он вмещает более 1000 телефонных или 16 тыс. телеграфных каналов.



Внешний вид комплекса аппаратуры высокочастотного телефонирования.

Завтрашний день проводной связи

Есть ли будущее у проводной связи? Не «умрет» ли она с развитием радио- и радиорелейной связи? Уверенно можно сказать: нет! Развиваясь на базе радиотехнических методов, проводная связь гармонически дополняет радиосвязь. В некоторых отношениях она имеет преимущества, в особенности при связи по кабелям. Это — устойчивость, отсутствие атмосферных помех, неограниченная возможность уплотнения.

Можно ожидать, что воздушные линии связи будут постепенно уступать место подземным. Между городами будут проложены кабельные магистрали, обеспечивающие сотни телефонных и телеграфных связей. Связь полностью автоматизируется. Из любого города любой другой город можно будет вызвать, набрав его условный номер на аппарате.

Конструкторы в Советском Союзе и в других странах уже работают над созданием электронно-механических и электронных АТС. В таких АТС электромагнитные реле, искатели и другие приборы полностью или частично заменены электронными лампами и различными полупроводниковыми приборами. Долгий срок службы, отсутствие необходимости механических регулировок, малые размеры — вот преимущества таких устройств.

Фототелеграфную связь получат все крупные города. Начнется передача цветных изображений. Скорость передачи телеграмм всех видов значительно возрастет. Несколько лет назад

Видеотелефонная связь соединяет уже ряд городов СССР.

в наших городах появились первые видеотелефоны. Жители ряда городов страны уже сейчас, разговаривая по телефону со своими знакомыми в других городах со специальных переговорных пунктов, могут видеть своих собеседников на экранах телевизоров.

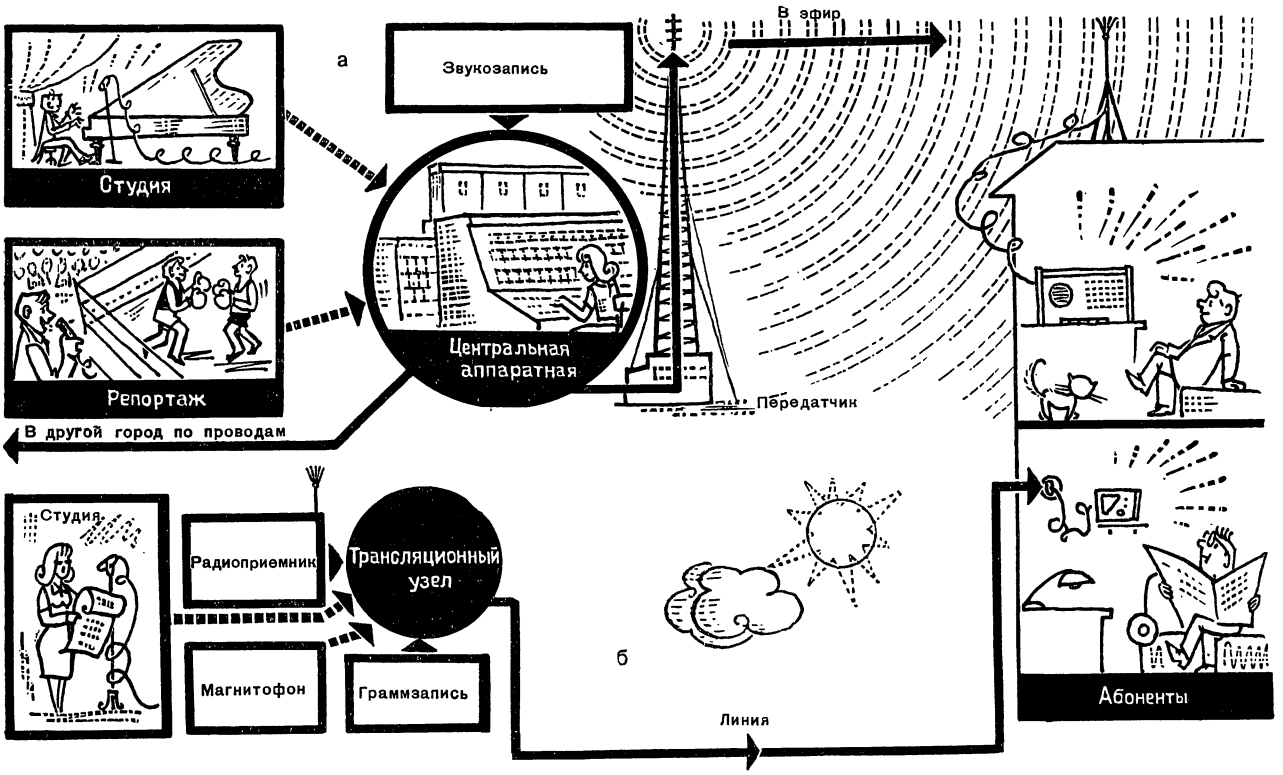
Сложные электронные приборы обеспечат контроль за состоянием линий и качеством связи. Большинство усилительных пунктов будет управляться автоматически, на расстоянии. Такие усилительные пункты уже действуют на кабельных магистралях.

РАДИОСВЯЗЬ И РАДИОВЕЩАНИЕ

Как ни совершенны современные системы проводной связи, они часто оказываются непригодными. Например, когда нужно передать сообщение с борта космического корабля, самолета или обычного теплохода, который находится вдали от берегов. Для связи с подвижными объектами нужен свободный, не прикованный к проводам переносчик сигнала. Лучше всего с этой ролью справляются электромагнитные волны.

Радиопередача и радиоприем

Днем рождения радиосвязи, а вместе с ней всей радиоэлектроники считают 7 мая 1895 г. В этот день русский ученый А. С. Попов на заседании Русского физико-химического общества в Петербурге продемонстрировал свое изобретение — первый в мире радиоприемник. 7 мая в нашей стране ежегодно отмечается как День радио.



Упрощенные схемы радиовещания: *а* — без проводов; *б* — по проводам.

Как осуществляется радиосвязь?

Когда электромагнитная волна, распространяющаяся от передатчика со скоростью 300 тыс. *км/сек*, встречает на своем пути проводник — сразу же назовем его приемной антенной,—она наводит в этом проводнике переменный ток той же формы и той же частоты, что и в передающей антенне. Таким образом электромагнитные волны переносят электрический сигнал от передатчика к приемнику и образуют беспроволочную линию связи.

С помощью обычных переменных токов разных частот можно создать электромагнитные волны длиной от многих километров до нескольких миллиметров. Весь этот огромный участок спектра электромагнитных колебаний называют радиоволнами, а их в свою очередь разделяют на сверхдлинные, длинные, средние, короткие, ультракороткие (метровые), дециметровые, сантиметровые и миллиметровые.

В первых передатчиках источником высокочастотного тока была искра, а сигналы передавались с помощью азбуки Морзе. Телеграфным ключом просто замыкали цепь антенны, создавали импульсы тока — «точки» и «тире». В виде таких же «точек» и «тире» излучались радиоволны и появлялись импульсы тока в приемной антенне. Отсюда сигнал поступал на детектор, а затем на обычный телеграфный аппарат. В 1913 г. появился ламповый генератор, а еще через несколько лет ламповые передатчики вытеснили все другие — искровые, дуговые и машинные.

Современный передатчик, как правило, содержит большое число блоков. Первый блок — это всегда генератор высокочастотного тока, все остальные — усилители. Мощность излучаемых радиоволн тем больше, чем мощнее высокочастотный ток в передающей антенне. Есть огромные передающие центры, где на общую антенну «работает» несколько передатчиков. Излучаемая ими мощность достигает многих тысяч киловатт. Мощные радиоцентры в основном строят для радиовещания, и их программы принимают миллионы радиослушателей, используя для этого простые приемники. Мощ-

ность самолетных, корабельных, переносных передатчиков радиосвязи обычно невелика — от долей ватта до нескольких киловатт. Зато приемники для радиосвязи используют очень чувствительные, с точной системой настройки на нужную станцию.

Длинные, средние, короткие и ультракороткие волны

Радиус действия радиостанции зависит не только от ее мощности, но еще и от длины волны. Многие из вас наверняка видели, как морские волны легко перекатываются через прибрежные камни, но не могут обогнуть большую скалу — за скалой образуется своеобразная «тень», там волн практически нет. Для длинных радиоволн Земля — это небольшой «камушек», и они сравнительно легко огибают земную поверхность. Сигналы достаточно мощных длинноволновых станций можно принимать на другом конце земного шара. Еще каких-нибудь 40 лет назад все дальние линии радиосвязи, например линия Москва—Нью-Йорк, работали на длинных и сверхдлинных волнах. А вот для средних, коротких и особенно ультракоротких радиоволн Земля слишком большое препятствие. Эти волны почти не огибают земной поверхности и практически не уходят за линию горизонта. И все же, несмотря на это, средние, а особенно короткие волны — это диапазоны дальнего действия.

Можно ли карманным фонариком осветить участок земли, расположенный за высоким каменным забором? Можно, и причем двумя способами. Во-первых, достаточно каким-то образом поднять фонарик над забором. Во-вторых, вместо фонарика можно поднять зеркало и направить на него луч света так, чтобы он «рикошетом» перепрыгнул через забор. Подобным же образом на коротких и средних волнах огромные расстояния перекрывают отраженным радиолучом, используя зеркало, которое «повесила» над Землей сама природа. Это зеркало — расположенные на высоте от 50 до 500 *км* слои ионизированных газов, так называемая ионосфера.

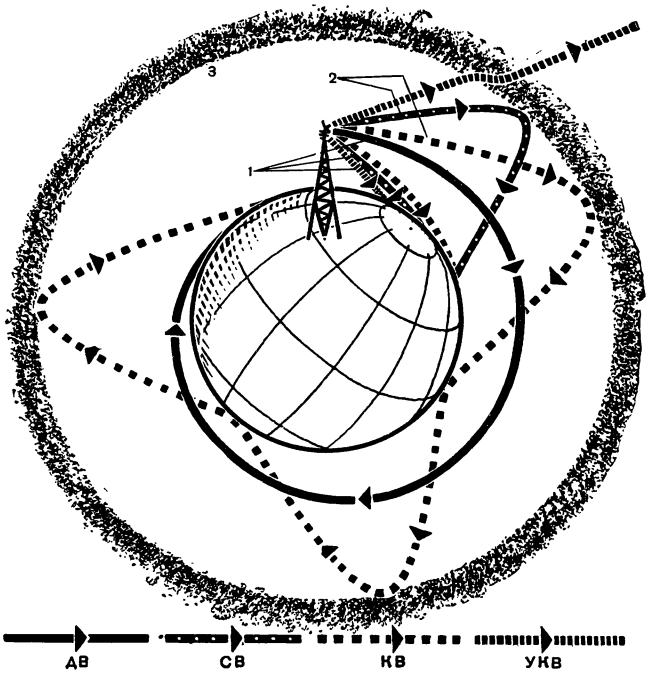
Ионизированный газ — проводник тока, и ионосфера, подобно металлическим листам, отражает радиоволны. Правда, свойства ионосферы не всегда и не для всех длин волн одинаковы. Средние волны отражаются только ночью, и дальние средневолновые станции днем не слышны. В разное время года и в разное время суток по-разному проходят короткие волны. УКВ практически не отражаются вообще.

Подавляющее большинство коротковолновых станций работает отраженным лучом, перекрывая расстояния в сотни, тысячи и десятки тысяч километров. На коротких волнах поддерживают связь с Москвой зимовщики Арктики и Антарктиды, коротковолновые станции установлены на всех кораблях дальнего плавания и самолетах. Многие тысячи радиолюбителей протягивают невидимые коротковолновые «нити» между далекими странами и континентами.

Радиоприемник, радиола, магнитофон

Самый распространенный радиоаппарат — это, несомненно, радиовещательный приемник. Трудно найти человека, который не видел бы его, не умел бы с ним обращаться. Но приемник совсем не так прост, как это может показаться с первого взгляда. В нем работает большое число сложных и совершенных радиоэлектронных блоков.

В общих чертах все приемники устроены одинаково. Радиоволны наводят в приемной антенне высокочастотные токи, и они прежде



Радиоволны различной длины распространяются по-разному: *1* — земной луч; *2* — отраженный луч; *3* — ионосфера; ДВ — длинные волны; СВ — средние волны; КВ — короткие волны; УКВ — ультракороткие волны.

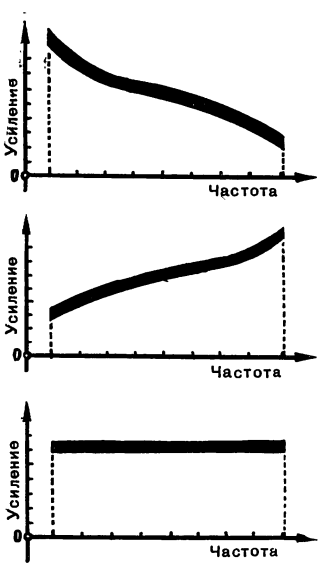
всего попадают на фильтр — колебательный контур. Контур из всех переменных токов выбирает только один, частота которого совпадает с частотой собственных колебаний этого контура. Если нужно принять другую станцию, т. е. выделить переменный ток другой частоты, то для этого достаточно изменить собственную частоту контура (о настройке контура рассказано на стр. 157). Для резкого изменения частоты (переход с одного диапазона на другой) с помощью переключателя диапазонов вводят в действие ту или иную контурную катушку. Плавную перестройку контура (в пределах одного диапазона) производят с помощью конденсатора переменной емкости. Одна из самых важных характеристик приемника — избирательность — говорит о способности «коллектива» колебательных контуров выделять нужный сигнал и ослаблять все остальные.

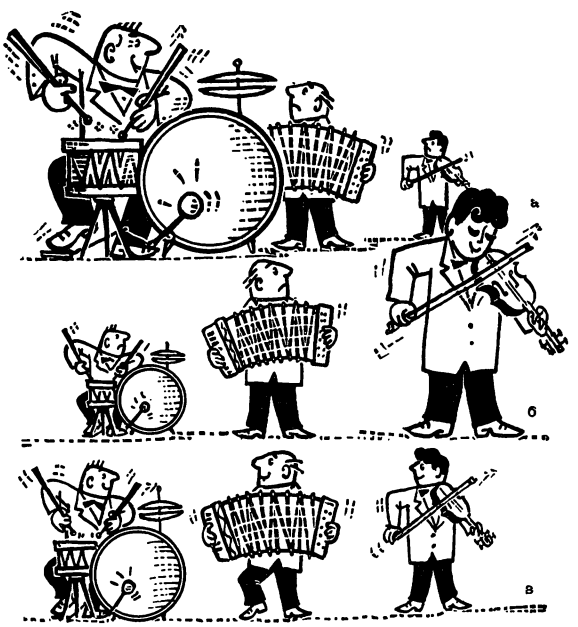
Колебательные контуры обычно совмещают с ламповыми или транзисторными усилителями. Их задача — усилить слабый сигнал, сделать его пригодным для дальнейших преобразований. Способность приемника «вытягивать» слабые сигналы зависит от его чувствительности. Она, в свою очередь, определяется числом усилительных каскадов, а также типом ламп или транзисторов.

Обязательный элемент любого приемника — детектор. Здесь происходит преобразование высокочастотного сигнала, и на свет появляется переменный ток низкой частоты. Но он еще очень слаб и едва мог бы «раскачать» мембрану телефона. Поэтому за детектором следует усилитель низкой частоты (НЧ) с мощным выходным каскадом, который через выходной трансформатор направляет низкочастотный ток в катушку громкоговорителя.

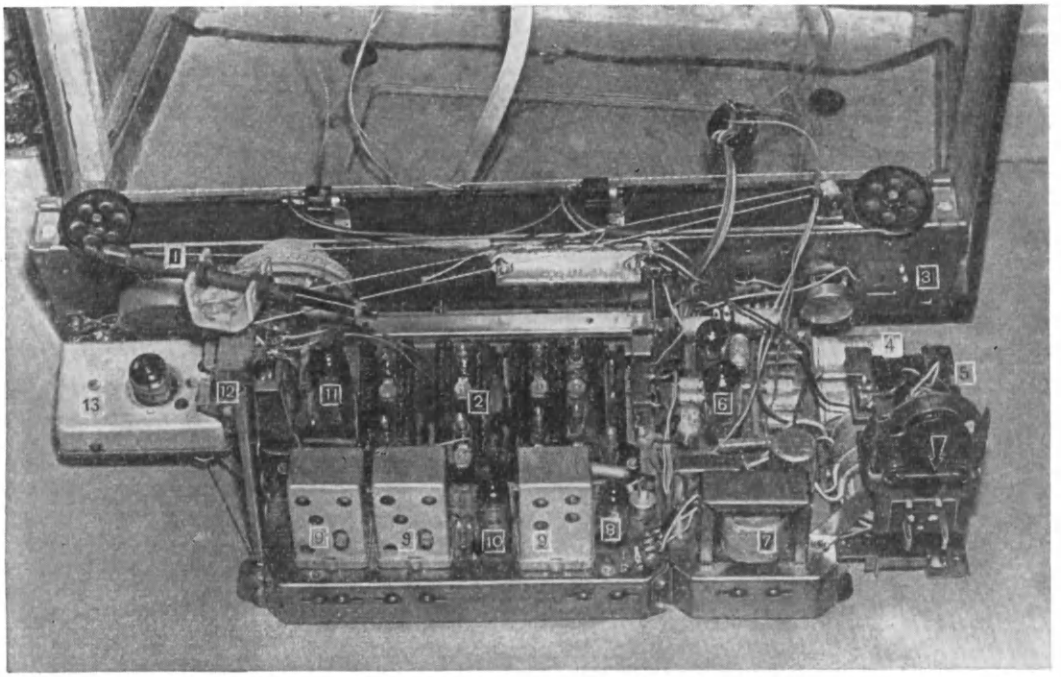
Низкочастотный тракт приемника — усилитель НЧ с громкоговорителями — используют для воспроизведения грамзаписей. Двигаясь по пластинке и следуя за всеми неровностями звуковой дорожки, звукосниматель, подобно микрофону, преобразует механические колебания в электрические. На выходе его появляется переменный ток низкой частоты — электрическая копия записанного звука. Этот переменный ток усиливается, а затем превращается в звук точно так же, как сигнал, полученный после детектора. Приемник, объединенный с электропроигрывателем, называют р а д и о л о й.

Несколько лет назад во всех проигрывателях и радиолах была только одна скорость вращения диска — 78 *об/мин*. В дальнейшем с появлением новых материалов для пластинок и улучшением аппаратуры звукозаписи оказалось возможным повысить точность нанесения звуковой дорожки, с особой тщательностью воспроизводить все ее изгибы. Это, в свою очередь, позволило сблизить дорожки и, что особо важно, сжать рисунок, уменьшить протяженность дорожки. Естественно, что по «сжатой» дорожке





Верность воспроизведения звука зависит от частотной характеристики низкочастотного тракта: *а* — «завал» высоких и подъем низких частот; *б* — «завал» низких и подъем высоких частот; *в* — идеальная характеристика.



Радиоприемник радиолы «Латвия»: *1* — магнитная антенна; *2* — переключатель диапазонов и контурные катушки; *3* — шкала настройки; *4* — фильтр выпрямителя; *5* — сетевой трансформатор и выпрямитель; *6* — усилитель низкой частоты; *7* — выходной трансформатор; *8* — детектор; *9* — колебательные контуры промежуточной частоты; *10* — лампа усилителя промежуточной частоты; *11* — преобразователь частоты; *12* — конденсатор настройки; *13* — блок УКВ.

игла движется медленнее, чем по обычной, а на пластинке умещается более длинная запись. Такие пластинки — их называют долгоиграющими — рассчитаны на одну из трех «медленных» скоростей — 45, 33 или 16 *об/мин*.

В последние годы большую популярность приобрели магнитофоны. Они записывают звук на магнитную пленку и воспроизводят запись. Все вы знаете, что, если пропустить по катушке электрический ток, вблизи нее появится магнитное поле. И если поднести к такой катушке железный предмет, то он намагнитится. А теперь представьте себе, что в катушку направили переменный ток от микрофона, а мимо нее непрерывно движется тонкая стальная лента. Если перед микрофоном звучит речь или музыка, ток в его цепи меняется, а вместе с ним меняется и магнитное поле катушки. В итоге на движущейся ленте остается магнитный «след», появляются по-разному намагниченные участки. Чем громче звук микрофона, тем сильнее ток в катушке, тем больше намагнитится участок стальной ленты.

Теперь посмотрим, как происходит обратный процесс — как считывается запись с магнитной ленты. Для этого нужно прежде всего вспомнить, что такое электромагнитная индукция. Если изменять магнитное поле вблизи проводника (или катушки), то в этом проводнике наведется ток, который будет повторять все изменения магнитного поля. Это значит, что если равномерно протягивать вблизи катушки ленту с магнитной записью, то в цепи катушки появится переменный ток — копия записанного на этой ленте звука.

В современных магнитофонах используют не стальную ленту, а специальную ферромагнитную пленку. Иногда запись осуществляют и на тонкую стальную проволоку.

Пленка для магнитной записи, так же как и кинопленка, изготовлена из полимерных материалов, а с одной стороны на нее нанесен тончайший слой окислов железа. Именно этот слой намагничивается при записи, и пленка превращается в магнитную фонограмму.

Запись и воспроизведение звука осуществляют с помощью магнитных головок, расположенных на кольцеобразных сердечниках из специальных магнитных сплавов. В сердечнике имеется тонкая (в несколько микрон) щель, к которой плотно прилегает движущаяся пленка. В некоторых магнитофонах — три го-

ловки: записывающая, воспроизводящая и стирающая. Часто для записи и воспроизведения звука используют одну, универсальную головку. В большинстве магнитофонов запись и стирание записи, т. е. размагничивание пленки, осуществляют переменным током с «неслышимой» частотой 25—50 *кгц*.

Еще не так давно, чтобы получить магнитную запись высокого качества, в частности для того чтобы записывать высшие звуковые частоты, приходилось протягивать пленку с довольно большой скоростью — около 76 *см/сек*. Сейчас благодаря улучшению свойств пленки и конструкции головок получают достаточно высокое качество при значительно меньших скоростях — 19,5 и даже 9,5 *см/сек*.

Перематывают пленку со значительно большей скоростью.

Одна из важнейших характеристик всякого приемника, радиолы или магнитофона — это полоса воспроизводимых частот. В приемниках высокого класса, где работает несколько «разноголосых» громкоговорителей, полоса частот очень широка — она легко вмещает весь диапазон симфонического оркестра: от 30 *гц* до 12—15 *кгц*. В средних приемниках полоса заметно у́же, а в карманных совсем узкая — от маленького громкоговорителя трудно ждать высокого качества звучания. Правда, и в хорошем приемнике в ряде случаев (например, при приеме далекой станции или проигрывании шипящей пластинки) приходится с помощью регуляторов тембра искусственно сужать полосу частот для того, чтобы «срезать» мешающие звуки.

Приемники прямого усиления, где сигнал проходит прямой путь антенна—усилитель ВЧ—детектор — усилитель НЧ — громкоговоритель (телефон), встречаются сейчас сравнительно редко. Уже давно основным типом радиоприемного устройства стал супергетеродин. Здесь высокочастотные токи для начала «стригут под одну гребенку»—направляют их в специальный преобразовательный каскад, откуда любой принятый сигнал независимо от его «прошлого» выходит, имея стандартную промежуточную частоту. Настройка на станцию сводится к тому, что с помощью вспомогательного генератора — гетеродина промежуточную частоту получают из сигнала то одной, то другой, то третьей станции. В дальнейшем сигнал промежуточной частоты детектируют самым обычным способом—он модулирован точно так же, как и высокочастотный ток на входе приемника.

Высокое качество звучания дают передачи с частотной модуляцией сигнала. С каждым годом они пользуются все большей популярностью. Однако сигнал, модулированный по частоте, занимает очень широкую полосу частот — 250 *кгц* вместо обычных 10 *кгц*. Из-за «тесноты в эфире» его можно без ущерба разместить только на ультракоротких волнах.

Во многих современных приемниках имеется специальный блок для приема радиостанций УКВ ЧМ, т. е. работающих в диапазоне ультракоротких волн с частотной модуляцией.

Вращая ручку настройки приемника, вы, очевидно, обратили внимание, что на средних волнах работает намного меньше станций, чем

ЭЛЕКТРОННЫЙ «БИБЛИОГРАФ»

Многие ученые, инженеры, рабочие-новаторы считают, что удобнее и быстрее самим провести дешевый опыт или исследование, чем искать их описание в литературе. На нашей планете печатаются тысячи тысяч книг, статей, докладов по разным отраслям науки и техники. В неимоверно разросшихся каталогах библиотек все сложнее находить необходимую литературу. Перед читателями все явственней вырисовывается угроза «утонуть» в огромном океане печатной продукции. Но на помощь им уже приходит кибернетический электронный «библиограф».

Научные сотрудники Киевского университета и Украинского института кибернетики решили начать с малого. За год им удалось «научить» электронную вычислительную машину «Киев» выполнять обязанности библиографа по литературе о радиоэлектронике и вычислительной технике. Машина оперировала только одной сотней названий.

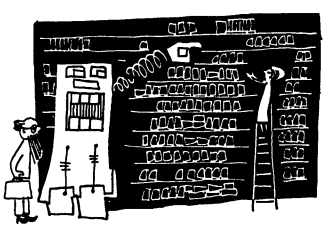
Известно, что электронная машина «языков не знает». Она работает только с цифрами. Значит, надо перевести все слова на цифры. После этого уже легко перевести на код все необходимые термины, слова и названия книг. Такую закодированную информацию и закладывают в запоминающее устройство машины. Запросы тоже подаются в закодированном виде.

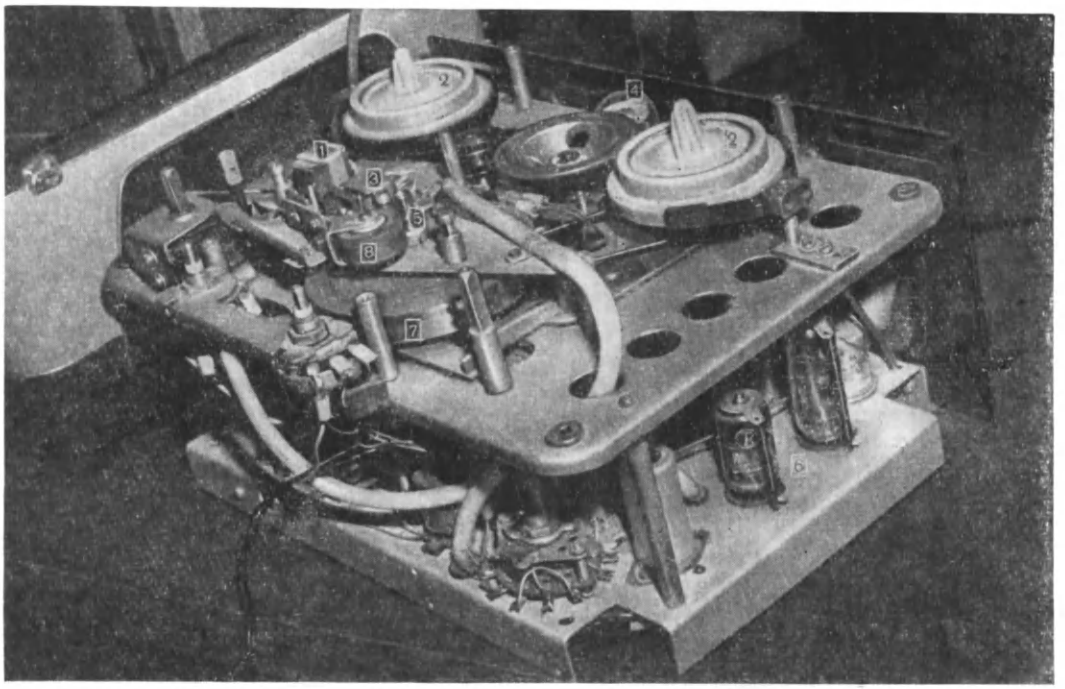
Уже первый опыт с машиной «Киев» дал удовлетворительный результат. «Киев» произвел анализ вопросов, сравнил его с содержанием вложенной в его «память» кодированной «библиотеки» и выдал ответы. Всего 10 % их были неудачными.

Придет время — и в каждой крупной библиотеке появится свой электронный «библиограф». У него будет громадная «память».

— Мне нужна литература по такому-то вопросу,— скажет читатель.

И через несколько секунд он получит полный список книг, статей, рефератов на заданную тему.





Магнитофон: *1* **— стирающая магнитная головка;** *2* **— подкассетник;** *3* **— магнитная головка записи и воспроизведения;** *4* **— индикатор уровня записи (лампа 6Е5С);** *5* **— ведущий вал;** *6* **— усилитель низкой частоты;** *7* **— маховик;** *8* **— прижимной ролик.**

на коротких, а на длинных — совсем мало. Дело в том, что каждый передатчик излучает не одну частоту, а целую полосу, и поэтому несущие частоты нельзя сдвигать беспредельно. По международным соглашениям, между ними приходится соблюдать определенный интервал, как правило, 10 *кгц*. Общая полоса частот радиовещательного длинноволнового диапазона около 270 *кгц* (от 150 до 430 *кгц*), и поэтому здесь может работать, не мешая друг другу, всего 27 станций.

Емкость диапазона средних волн намного больше — около 100 станций, а на коротких волнах можно было бы разместить больше 2000 радиовещательных передатчиков. Отметим, что коротковолновый диапазон в основном используется для дальней радиосвязи, а вещательные станции занимают на нем лишь небольшие островки, в частности участки в районе волн длиной 25, 31 *м* и др.

Но больше всего свободной территории на ультракоротких волнах. Только в диапазоне метровых волн можно разместить почти в 10 раз больше станций, чем на длинных, средних и коротких волнах, вместе взятых, а емкость сантиметрового диапазона еще в 100 раз больше. Именно поэтому на УКВ можно передавать «громоздкие», занимающие очень широкую полосу частот сигналы, например УКВ ЧМ или телевизионный сигнал.

ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Принципиально телевизионная передача не отличается от уже знакомого нам фототелеграфа (стр. 160). И в том и в другом случае участки «картинки», имеющие различную яркость, создают электрические сигналы разной силы, которые и передаются на большие расстояния. В месте приема, наоборот, электрические сигналы создают светящиеся точки различной яркости и таким образом воспроизводят первоначальное изображение.

Основное различие между двумя системами электросвязи — фототелеграфом и телевиде-

нием — в скорости передачи. Фототелеграмму можно передавать сравнительно медленно, постепенно воспроизводя точку за точкой. Совсем другое дело в телевидении. Здесь нужно каждую секунду передавать 25 кадров, которые, так же как и в кино, позволят получить движущееся изображение. Такую высокую скорость передачи могут обеспечить только радиоэлектронные приборы. Изобретатель электронного телевидения — русский инженер Б. Л. Розинг. В 1907 г. он впервые предложил, а в 1911 г. практически осуществил электронную систему передачи изображений.

Говоря о телевидении и его значении, нужно помнить, что телевидение — это не только те передачи, которые мы смотрим у себя дома. В нашей стране выпускаются и широко используются различные типы промышленных телевизионных установок (ПТУ). Их применяют на заводах, на транспорте, в медицинских клиниках. В таких установках от передающей камеры к приемнику сигнал идет по кабелю. Камеры могут работать без оператора и благодаря этому помогают заглянуть на дно океана, контролировать работу цеха-автомата, показывать большой аудитории студентов-медиков редкую хирургическую операцию.

Превращение «картинки»

Путь телевизионного сигнала начинается с передающей камеры, оптическая часть которой напоминает обычный фотоаппарат. Только здесь объектив проецирует изображение не на фотопленку, а на светочувствительный фотокатод передающей трубки. Передающие трубки бывают разных типов, но мы рассмотрим лишь один из них — и к о н о с к о п.

Фотокатод — это довольно большая (обычно размером с папиросную коробку) пластинка изолятора, на которую нанесено несколько миллионов крупинок светочувствительного вещества, например цезия. Каждая такая крупинка — это микроскопический фотоэлемент; под действием света в ней накапливаются электроны. Чем ярче свет, падающий на крупинку — фотоэлемент, тем больше ее электрический заряд. Таким образом, на фотокатоде появляется своеобразная электрическая «картинка», копия передаваемого изображения. Теперь нужно осуществить развертку этой «картинки», последовательно передать в линию сигналы с каждого ее элемента. Это осуществляется с помощью электронного луча.

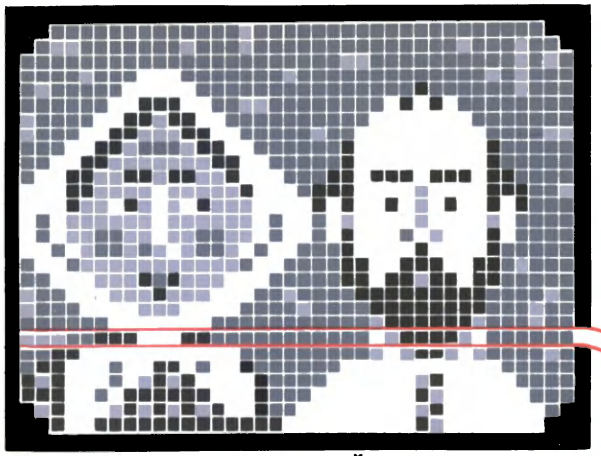
В иконоскопе, как и в любой электронной лампе, есть еще и обычный катод, испускающий свободные электроны. Из них с помощью вспомогательных электродов — «электронной пушки» — формируется тонкий луч, направленный в сторону фотокатода. Специальная система отклонения позволяет перемещать электронный луч по «картинке».

Существуют два способа отклонения электронного луча — э л е к т р о с т а т и ч е с к и й и м а г н и т н ы й. В первом случае внутри трубки располагают две пары металлических пластин. Меняя напряжение, подводимое к пластинам, можно перемещать луч вверх-вниз (вертикальное отклонение) и вправо-влево (горизонтальное отклонение). Электронный луч — это своего рода проводник с током, поэтому его можно отклонять также с помощью магнитных полей. В этом случае используются расположенные поверх трубки катушки горизонтального и вертикального отклонения, по которым пропускают ток. Имеется отдельная катушка для фокусировки луча. Горизонтальные линии, прочерченные электронным лучом, называют с т р о к а м и, а полностью заполненную строками «картинку» — к а д р о м.

Попав в крупинки фотокатода, электронный луч выбивает из них лишние, появившиеся под действием света, электроны. Они сразу же устремляются к своеобразному аноду — металлическому кольцу, на которое подано положительное напряжение. По мере того как электронный луч движется по картинке, ток в цепи анода (кольца) повторяет все изменения яркости, поочередно «запоминает» все элементы картинки.

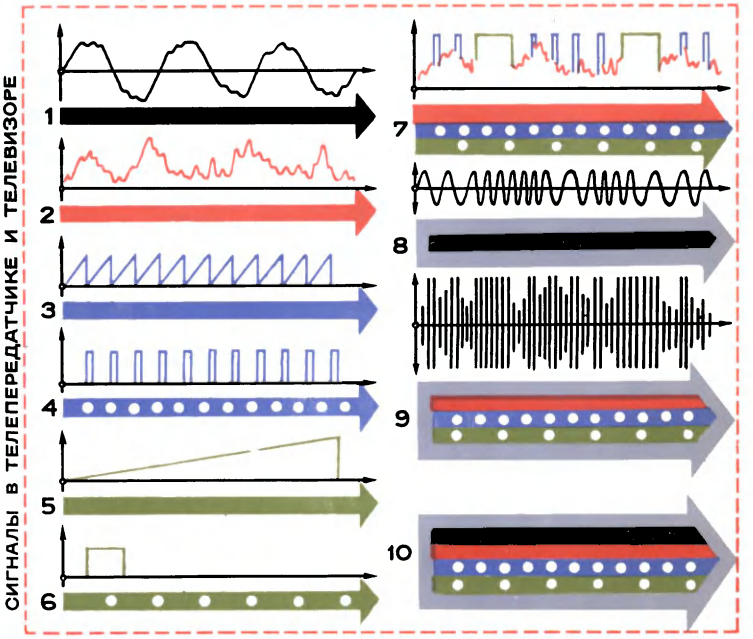
Диаметр электронного луча значительно больше фоточувствительных крупинок, и они целыми группами участвуют в формировании электрического сигнала. Отсюда ясно, что, чем

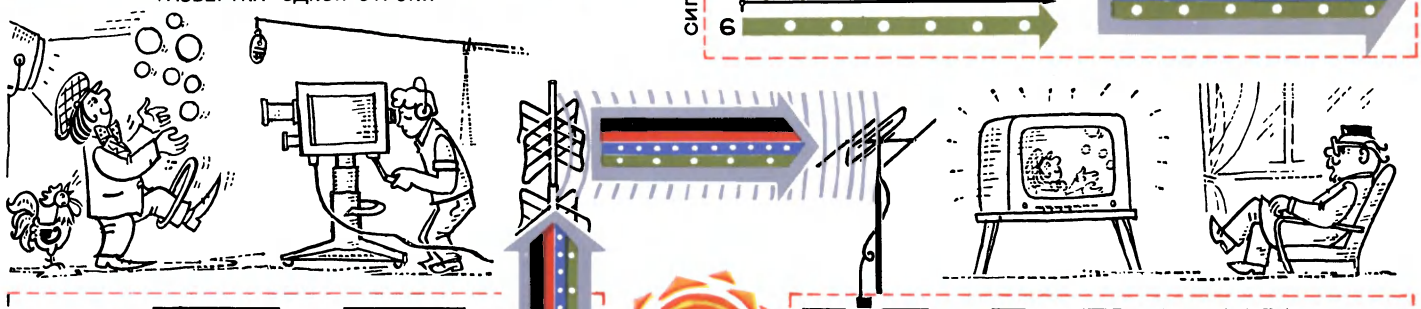
Принцип передачи и приема в телевидении. ***Слева вверху*** **— образец телевизионного кадра. Хорошо видно, что он состоит из большого числа отдельных элементов. Одна строка условно выделена, а под рисунком изображен график тока в передающей трубке при «считывании» этой строки.** ***Вверху справа*** **— графики и условные обозначения токов и напряжений в узлах телепередатчика и приемника:** ***1*** **— сигнала звукового сопровождения;** ***2*** **— видеосигнала,** ***3*** **— тока строчной развертки,** ***4*** **— синхронизирующих импульсов строчной развертки;** ***5*** **— тока кадровой развертки;** ***6*** **— синхронизирующих импульсов кадровой развертки;** ***7*** **— суммарного видеосигнала;** ***8*** **— высокочастотного модулированного сигнала звукового сопровождения;** ***9*** **— высокочастотного тока, модулированного видеосигналом;** ***10*** **— общего сигнала передатчиков изображения и звука.** ***В середине*** **— упрощенная схема передатчика (*** ***слева*** **) и приемника (*** ***справа*** **), изображающая пути различных сигналов.** ***Внизу*** **— принцип отклонения электронного луча в кинескопе с электростатической системой отклонения.**

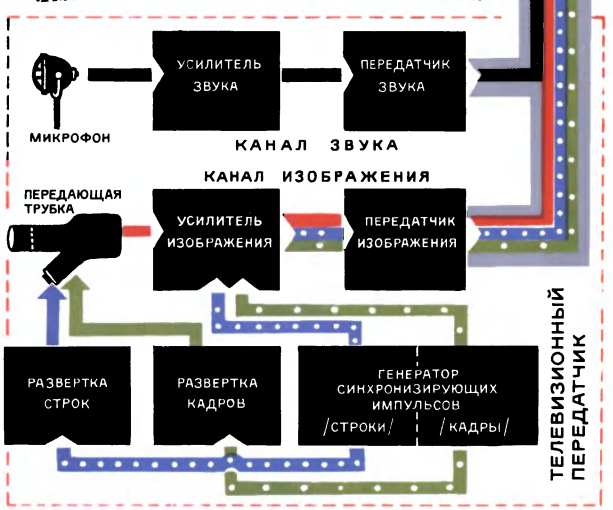


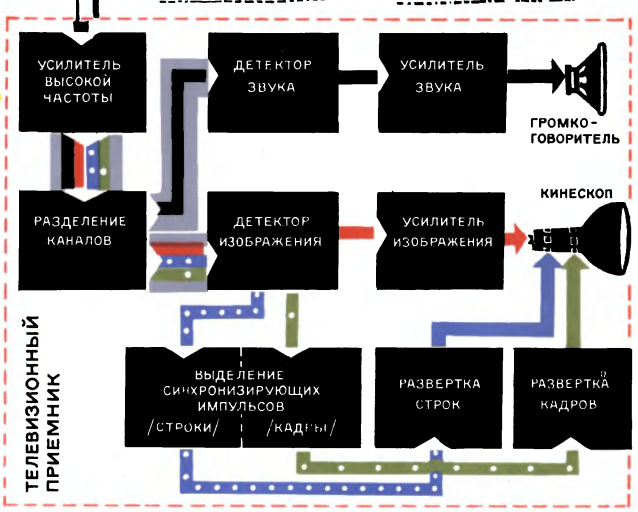
ТЕЛЕВИЗИОННЫЙ РАСТР

РАЗВЕРТКА ОДНОЙ СТРОКИ

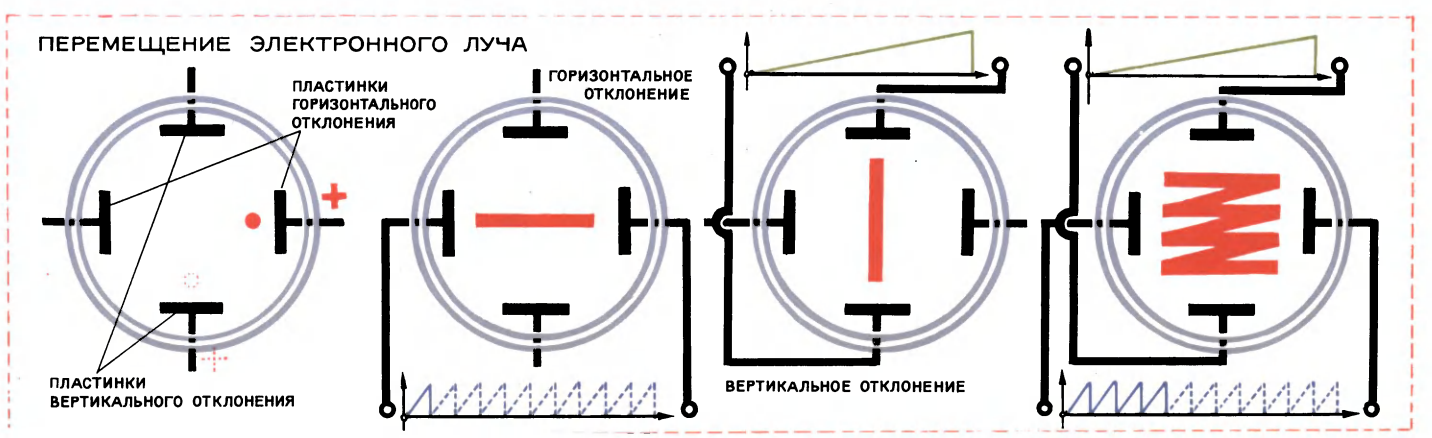








ТЕЛЕВИДЕНИЕ. ПЕРЕДАЧА И ПРИЕМ



ИЗГОТОВЛЕНИЕ РАДИОСХЕМЫ НА КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ

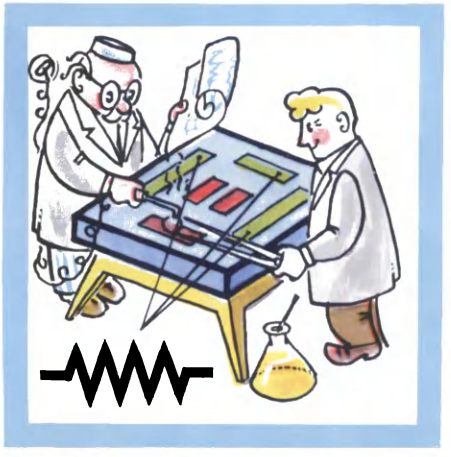
1. ИСХОДНЫМ МАТЕРИАЛОМ СЛУЖИТ КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ ПЛАСТИНКА КРЕМНИЯ...

2. ПЛАСТИНКУ НАГРЕВАЮТ В КИСЛОРОДЕ, ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ПОКРЫВ ЗАЩИТНЫМ СЛОЕМ /ИСКЛЮЧАЯ ДВА УЧАСТКА/.

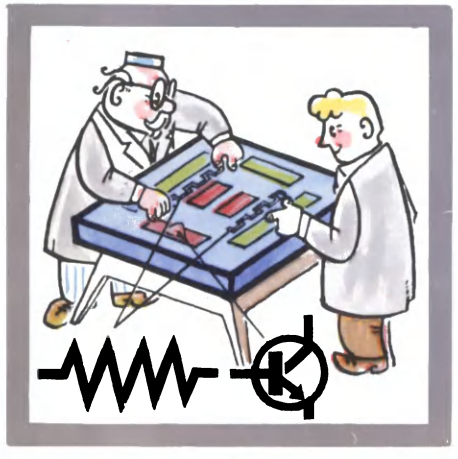
3. ЗАЩИТНЫЙ СЛОЙ УДАЛЯЕТСЯ. ОСТАЛИСЬ ДВЕ ЗАГОТОВКИ ДЛЯ КОНДЕНСАТОРОВ...

4. ЧЕРЕЗ ТРАФАРЕТ НА ПЛАСТИНКУ НАПЫЛЯЮТСЯ МЕТАЛЛ И ДРУГИЕ ПРИМЕСИ ДЛЯ КОНДЕНСАТОРОВ И СОПРОТИВЛЕНИЙ...

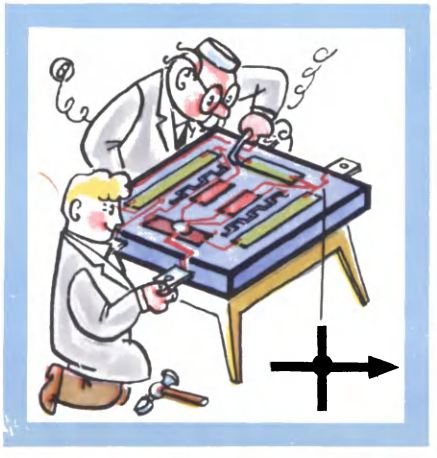
5. КОНДЕНСАТОРЫ ГОТОВЫ. ПЛАСТИНКУ ВНОВЬ НАГРЕВАЮТ. МОЛЕКУЛЫ ПРИМЕСЕЙ ПРОНИКАЮТ В КРИСТАЛЛ. ОБРАЗУЕТСЯ БАЗА ТРИОДА...



6. ГОТОВЫ ТРИ СОПРОТИВЛЕНИЯ. ЗАКАНЧИВАЕТСЯ ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТРИОДА: В ЕГО БАЗУ ВПЛАВЛЯЕТСЯ КУСОЧЕК МЕТАЛЛА. ОН СЛУЖИТ ЭЛЕКТРОДОМ /ЭМИТТЕРОМ/



7. НИХРОМОВЫЕ ПОЛОСКИ – ТОЖЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ



8. ОТДЕЛЬНЫЕ „ДЕТАЛИ" СОЕДИНЯЮТСЯ ПОЛОСКАМИ ИЗ ЗОЛОТА. СХЕМА ГЕНЕРАТОРА КОЛЕБАНИЙ ГОТОВА!..

9. ТАК ВЫГЛЯДИТ ГОТОВЫЙ БЛОК. ОН МЕНЬШЕ ОДНОКОПЕЕЧНОЙ МОНЕТЫ

тоньше луч и чем больше строк он прочерчивает на фотокатоде, тем более точно будут передаваться мелкие детали изображения, тем выше его четкость. В советских телесистемах кадр состоит из 625 строк, т. е. почти из 500 тыс. отдельных элементов.

Итак, иконоскоп осуществил электрическую развертку изображения, записал его в виде пульсирующего тока сложной формы. Ну, а как произвести обратную операцию? Как превратить этот сложный ток в «картинку»? Здесь приходит на помощь приемная телевизионная трубка — к и н е с к о п.

Приемная трубка очень похожа на передающую, только место фотокатода в ней занимает экран — нанесенный на стекло слой вещества, которое светится под действием электронной «бомбардировки». Электронный луч, попадая в какую-либо точку экрана, заставляет ее светиться, причем яркость свечения тем больше, чем сильнее ток луча.

Пилообразные импульсы строчной и кадровой развертки, быстро перемещая электронный луч, создают на экране р а с т р — светящееся поле, состоящее из ярких строк. На этом растре можно получить нужную «картинку», если ток луча повторит здесь все изменения тока в передающей трубке. Для этого в кинескопе есть управляющая сетка, которая действует точно так же, как и в обычном триоде. Значительно труднее заставить оба электронных луча — в передающей и приемной трубках — двигаться синхронно и одновременно попадать в одну и ту же точку картинки. А ведь только при этом условии на экране кинескопа будет та же картинка, что и на фотокатоде иконоскопа.

Как в передающей трубке, так и в приемной развертка осуществляется двумя ламповыми генераторами. На передающей стороне в видеосигнал «замешивают» импульсы от генераторов развертки, а на приемной стороне с помощью фильтров выделяют эти синхронизирующие импульсы, и они «навязывают» свой ритм генераторам развертки приемника.

Телевизор

Видеосигнал, так же как и любой другой, можно передавать с помощью радиоволн. Принцип здесь такой же, как и в радиовещании: в передатчике высокочастотный ток модулируют видеосигналом, а в приемнике видеосигнал извлекают из высокочастотного тока с помощью детектора. Кроме передатчика изображения (его часто называют видеопередатчиком), на телецентре есть еще и отдельный передатчик звукового сопровождения, работающий с частотной модуляцией.

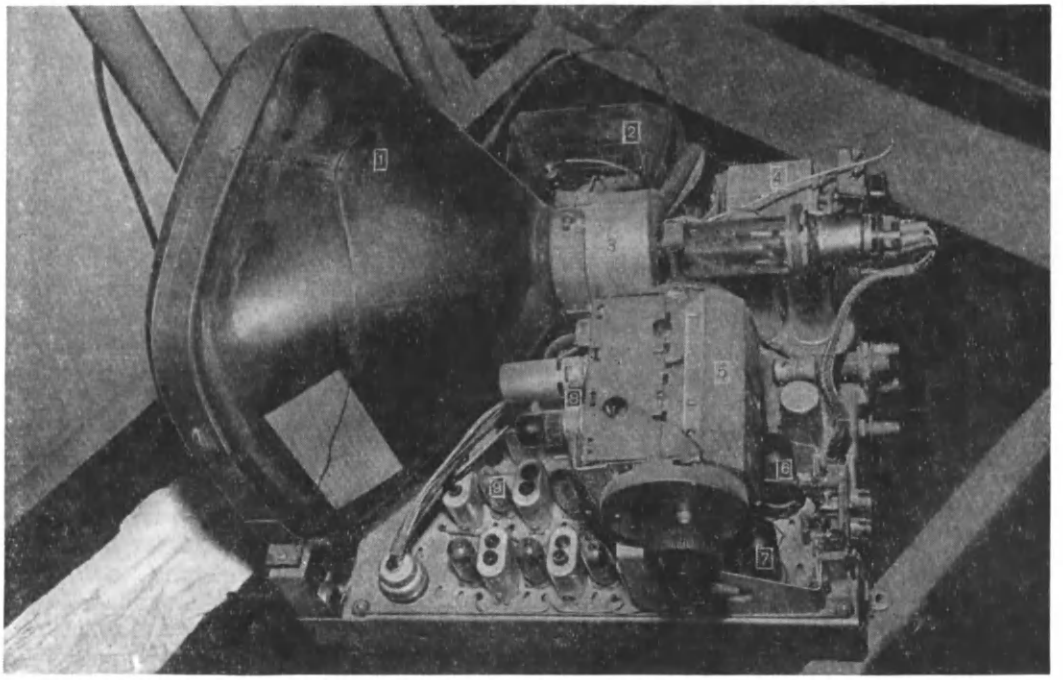
Телевизионный приемник похож на обычный радиовещательный. Сигнал усиливают до детектора и после него. Отсев мешающих станций производят с помощью контуров промежуточной частоты. Высокую чувствительность обеспечивает большое число усилительных каскадов.

Но в то же время телевизор сильно отличается от приемника. Вместо плавной настройки здесь применяется фиксированная — переключение телевизионных каналов. В телевизоре имеются два тракта — изображения и звука. Некоторое время оба сигнала (видео- и звуковой) усиливаются одновременно, а затем их пути расходятся. После детектора сигнал изображения попадает на видеоусилитель, а с него — на сетку кинескопа. На анод кинескопа (его роль выполняет слой графита, покрывающий стекло изнутри) нужно подавать очень высокое напряжение — несколько тысяч вольт. Его получают из строчных импульсов — их напряжение повышают с помощью специального строчного трансформатора, затем выпрямляют. Поэтому, если неисправен строчный генератор, экран кинескопа не светится. При неисправности кадрового генератора луч не двигается в вертикальном направлении и на экране видна лишь яркая горизонтальная полоса.

Размер экрана телевизора зависит от применяемого кинескопа. Раньше выпускались круглые кинескопы, а сейчас — прямоугольные (размер по диагонали 35, 49 и 57 *см*). Эти цифры стоят на первом месте в названии кинескопа. Особое место занимают проекционные телевизоры, в которых работают очень маленькие и очень яркие кинескопы. С них изображение проецируют на киноэкран, размеры которого по диагонали могут достигать 120—150 *см*.

Для того чтобы, не уменьшая экран, сделать телевизор более компактным, конструкторы стремятся «укоротить» кинескоп, увеличив угол отклонения электронного луча. Так, в частности, еще недавно угол отклонения не превышал 70°, а в современных «коротких» трубках он увеличен до 110°. В будущем, по-видимому, удастся создать плоский экран, который можно было бы повесить на стенку, как картину.

Несколько лет назад в Москве начались регулярные опытные передачи цветного телевидения. Принцип здесь тот же, что и в цветном кино, — всю гамму красок создают с помощью трех основных цветов. На передающей стороне



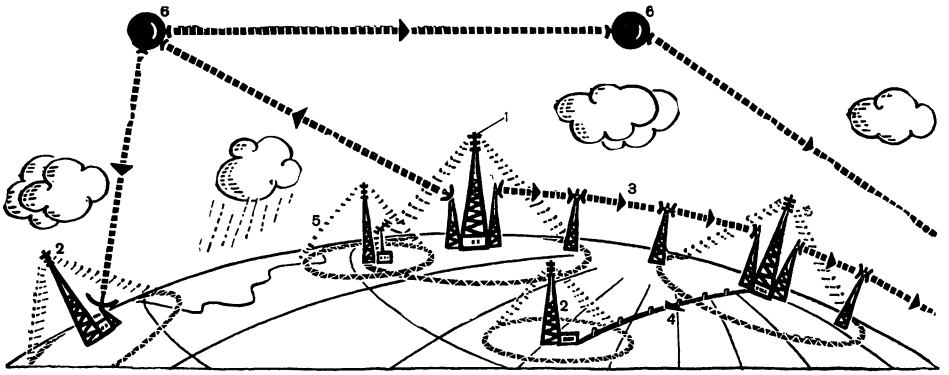
Телевизор: *1* — кинескоп; *2* — генератор строчной развертки и высоковольтный выпрямитель; *3* — катушки фокусировки и отклонения электронного луча; *4* — сетевой трансформатор и выпрямитель; *5* — переключатель телевизионных каналов; *6* — усилитель звука; *7* — усилитель изображения; *8* — преобразователь частоты; *9* — многоламповый усилитель промежуточной частоты.

камера с тремя трубками и светофильтрами дает три видеосигнала — красный, синий и зеленый. В приемнике можно направить эти сигналы на трубки с разным свечением или со светофильтрами, а затем, используя оптику, сложить все три изображения на общем экране. Имеются также специальные кинескопы для цветного телевидения, которые позволяют обойтись без сложной оптической системы сложения. Экран такого кинескопа напоминает трехцветную мозаику: он состоит из отдельных элементов, которые светятся красным, синим или зеленым светом. Особая система управления и синхронизации электронного луча позволяет в каждый момент «высвечивать» только один из элементов мозаики, причем «высвечивать» их в таком порядке, что на экране получается нужная цветная «картинка».

Телевидение больших дистанций

Телевизионное вещание, т. е. обычные передачи для телезрителей, проводится на УКВ. Здесь разместились все 12 телевизионных каналов. Этот участок включает диапазоны частот от 48,5 до 100 *Мгц* и от 174 до 230 *Мгц*. Это примерно в 400 раз больше, чем приходится на радиовещательный диапазон волн. Только на таких частотных «просторах» могут работать телевизионные передатчики — каждый из них излучает полосу частот примерно в 600 раз большую, чем для обычной радиовещательной станции.

То, что телецентры работают только на ультракоротких волнах, имеет свои плюсы и свои минусы. УКВ, в отличие от коротких волн, не отражаются от ионосферы, и поэтому принимать их можно только на расстоянии 50—100 *км* от передатчика, т. е. до линии горизонта, «видимой» с передатчика. С одной стороны, это хорошо: телецентры разных городов могут работать в одних и тех же каналах (т. е. на одних и тех же частотах), не мешая друг другу. В нашей стране больше 140 телевизионных передатчиков, и они прекрасно делят между собой 12 частотных каналов. Но в то же время ограниченный радиус действия — большой недостаток телевизионного передатчика. В какой-то степени его компенсируют, поднимая на большую высоту передающую антенну. При этом как бы раздвигается линия горизонта, расши-



Системы дальнего телевидения: *1* — станция центрального телевидения; *2* — телецентры; *3* — радиорелейная линия; *4* — кабельная линия; *5* — ретранслятор, расширяющий зону уверенного приема; *6* — спутники-ретрансляторы.

ряется зона уверенного приема телевизионных передач. В Москве строится железобетонная башня высотой больше 500 *м*. Установленная на ее верхушке антенна увеличит радиус действия московского телецентра до 120—180 *км*. Увеличивают радиус действия и с помощью ретрансляторов — небольших приемопередатчиков, установленных на границе зоны уверенного приема.

Для обмена телевизионными программами между городами строят радиорелейные линии — цепочки станций, работающих на дециметровых волнах. Эти станции располагаются на расстоянии 40—60 *км* друг от друга. Каждая станция принимает телевизионный сигнал от своей «соседки» и передает его дальше. Наряду с радиорелейными строятся также подземные линии концентрического кабеля с большим числом (10—15 на каждые сто километров) промежуточных усилителей.

По радиорелейным и кабельным линиям передаются не только телевизионные программы — их уплотняют сотнями телефонных и телеграфных каналов.

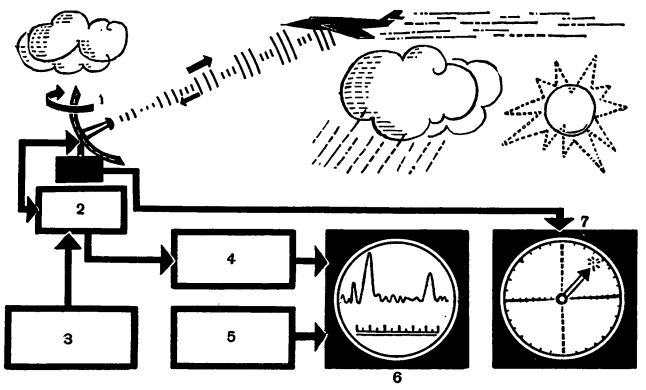
Линии дальнего телевидения уже связали Москву с Уралом, Украиной, Крымом, Прибалтикой, Молдавией, Кавказом, Белоруссией и другими районами, с европейскими социалистическими странами. Недалеко время, когда программы Центрального телевидения придут в Сибирь, в Среднюю Азию, к берегам Тихого океана. Для переброски телевизионных сигналов на большие расстояния используют искусственные спутники Земли. Таков, например, советский спутник-ретранслятор «Молния-1», запущенный в космос в апреле 1965 г.

РАДИОЛОКАЦИЯ

Еще в 1891 г. Генрих Герц, проводя опыты с электромагнитными волнами, обнаружил, что они прекрасно отражаются от металлических предметов. Через несколько лет А. С. Попов, наблюдая отражение радиоволн от корабля, предложил использовать это явление для локации — определения места («локус» в переводе с латинского значит «место») невидимых объектов. Но прошло еще 40 лет, прежде чем на базе радиоэлектронной техники были созданы первые действующие радиолокационные станции. Они появились перед второй мировой войной и предназначались для обнаружения невидимых целей — кораблей и самолетов.

В каждом радиолокаторе есть передатчик, который посылает в пространство короткие мощные импульсы радиоволн, и приемник — он «ловит» радиоволны, отраженные от цели. В передатчике и приемнике работает одна и та же направленная антенна. Она не разбрасывает радиоволны во все стороны, а направляет их сравнительно узким пучком. Антенна быстро вращается и прощупывает все пространство вокруг станции.

Для того чтобы узнать, в каком направлении находится цель, достаточно посмотреть, куда направлена антенна в тот момент, когда в приемнике появляется отраженный сигнал. Это видно по индикатору, стрелка которого вращается вместе с антенной и указывает ее направление. Но чтобы точно определить место невидимой цели, нужно еще знать и расстояние



Принцип устройства и работы радиолокационной станции: *1* — **вращающаяся антенна;** *2* — **антенный переключатель;** *3* — **передатчик;** *4* — **приемник;** *5* — **блок развертки;** *6* — **индикатор расстояния;** *7* — **индикатор направления.**

до нее. Измерить это расстояние помогли сверхточные часы. Ведь скорость радиоволны известна (300 тыс. *км/сек*), и пройденный ею путь легко подсчитать, зная, сколько времени сигнал шел «туда» и «обратно».

Сверхточными мы назвали часы не случайно. Радиоволны двигаются очень быстро — так, если расстояние до объекта 150 *км*, путешествие в оба конца занимает 0,001 секунды. Чтобы при подсчете расстояния не ошибиться более чем на 1,5 *км*, нужно измерить время с точностью до 0,00001 (одной стотысячной!) секунды. Такую точность могут обеспечить лишь электронные приборы.

Своеобразный циферблат электронных часов радиолокатора — экран электроннолучевой трубки, размеченный, правда, не в единицах времени, как у обычных часов, а в единицах длины. Когда на экране появляются «всплески» от посланного и принятого после отражения сигнала, деления позволяют легко установить, каково расстояние до обнаруженного предмета.

Точные электронные часы применяют не только в радиолокации, но и во многих других областях науки и техники. Так, например, именно такими часами измеряют крохотные отрезки времени, в течение которых происходят различные превращения в атомном ядре.

Радиолокатор, о котором шла речь,— один из наиболее простых. Существуют локационные системы, на экране которых примерно так же, как и в телевизоре, можно видеть целые «картины». Если на корабле установить такой локатор, то он в любую погоду покажет штурману своеобразную карту, где будут видны очертания берегов и встречные суда.

Хотя радиолокация родилась на войне, у нее сейчас много мирных профессий. Локаторы установлены на всех крупных кораблях и обеспечивают безопасное плавание в любую погоду. В авиации радиолокаторы используются при слепой посадке самолетов, измеряют высоту полета. Метеорологи с помощью радиолокаторов наблюдают за осадками, движением облаков. Исключительно важную роль играет радиолокация в изучении и освоении космического пространства. (См. статьи «Автоматы помогают штурманам и капитанам», «Техника помогает водить самолеты», «Техника службы погоды», «Техника помогает изучать космос».)

■

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И КОСМОС

Когда мы говорим об освоении космического пространства, то обычно перед нашим взором прежде всего встают огромные многоступенчатые ракеты. И это вполне понятно: именно ракеты помогли человеку совершить прыжок в космос.

Но знаете ли вы, что эти серебристые гиганты фактически беспомощны без электронных приборов?

Только радиоэлектроника позволяет обеспечить точный старт ракеты, вывести ее на заданную орбиту, собрать и передать на Землю научную информацию, следить за полетом ракеты и управлять ею.

Одна из самых главных задач любого запуска — добиться того, чтобы ракета строго выдерживала заданный курс на активном участке полета, т. е. тогда, когда работают двигатели. Малейший рывок, малейшая неравномерность в работе двигателей, незначительная атмосферная «неровность» могут повлиять на начальную скорость или на угол подъема, а следовательно, и на весь дальнейший путь ракеты. Это значит, что за полетом ракеты нужно

непрерывно следить и в случае необходимости подправлять ее, подавая соответствующую команду на двигатели.

Одна из систем запуска ракеты носит название «радиолокационный ствол». Упрощенно ее можно представить себе так: ракета стартует в центре «колодца», который образован несколькими лучами радиолокаторов. Если ракета идет ровно, то все локаторы получают одинаковые отраженные сигналы. Малейшее отклонение ракеты — и равновесие сигналов нарушено. Сигналы с локаторов направляют в электронно-вычислительную машину, которая в случае необходимости вырабатывает команду управления.

А вот другой принцип управления полетом — астронавигация. На борту ракеты установлен небольшой телескоп, наведенный на определенную звезду. Свет звезды падает на фотоэлементы и создает электрические сигналы, которые после некоторой обработки поступают на бортовую вычислительную машину. Если ракета отклонится от заданного курса, сигналы, поступающие с фотоэлементов в машину, изменятся, и она сразу же внесет поправку в работу двигателей.

Полетом ракет и космических кораблей обычно управляют большие вычислительные машины — только они успевают учитывать все данные полета и своевременно принимать правильное «решение». Если машина установлена на Земле, то команды управления передают на космический корабль в виде радиосигналов разной частоты, длительности, формы, в виде различных комбинаций высокочастотных импульсов и т. п.

Подобные системы телеуправления, или телемеханики, применяют и в промышленности, например для управления каким-либо взрывоопасным агрегатом.

Многие из вас видели телевизионные передачи из космоса, видели наших космонавтов в кабине корабля-спутника. Эти передачи вели установленные на спутнике небольшие телецентры-автоматы, затем их принимали наземные станции и передавали обычным телецентрам.

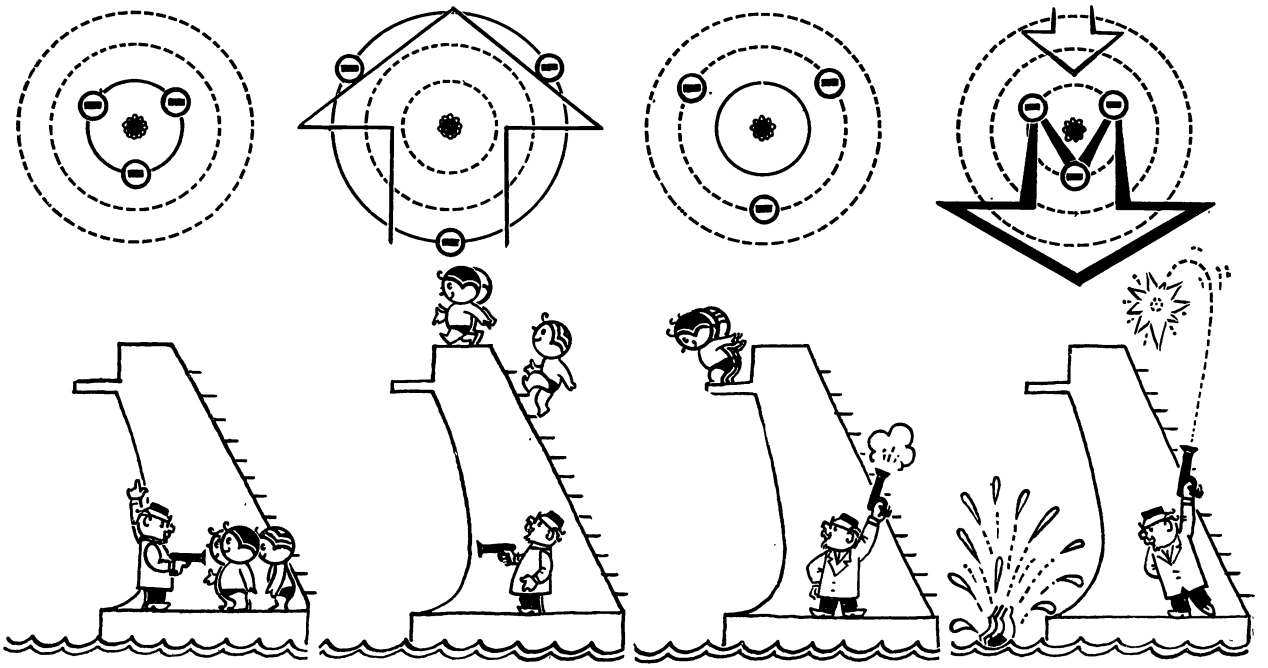
Космовидение — космическое телевидение — не только помогает заглянуть в кабину космического корабля. С его помощью можно наблюдать также за космонавтом, вышедшим в открытый космос. Одно из важных достижений советской космической электроники — фотографирование обратной стороны Луны. Для этого была запущена ракета с очень точно рассчитанной программой полета. Она обогнула Луну и 4 октября 1959 г. несколько раз сфотографировала ее. Затем ракета направилась в сторону Земли и передала по радио все фотографии, подобно тому как передаются обычные фототелеграммы.

Космовидение позволило наблюдать за состоянием космонавтов во время полета. На снимке: одно из изображений Г. С. Титова, принятое из космоса.

Телевидение не только помогает изучать космос, но и само пользуется успехами космической техники. Так, в частности, искусственный спутник Земли — прекрасный телевизионный ретранслятор. На нем можно установить приемник, который будет получать телевизионную программу с Земли, и передатчик, который перебросит эту программу на очень большое расстояние. Если запустить на круговую орбиту три спутника-ретранслятора с высотой полета около 35 тыс. *км*, то через них можно будет передать сигнал практически из любой точки земного шара почти в любое место.

В будущем телевидению отводится особо важная роль при изучении далеких миров. Телевизионные камеры, установленные на приспособленных для «мягкой посадки» ракетах, смогут показать нам с близкого расстояния загадочный ландшафт Луны, а может быть, даже и планет солнечной системы.

Среди многих применений радиоэлектроники в освоении космоса особый интерес представляют опыты локации Луны и планет солнечной системы. Советские ученые осуществили локацию Венеры и Меркурия и получили много новых данных об этих планетах. Одна из основных трудностей при выполнении подобных экспериментов связана с приемом отраженных сигналов. Ведь расстояния до планет исчисляются десятками миллионов километров. Поэтому от-



В квантовых генераторах атомы первоначально переводят в возбужденное состояние, например «выталкивают» электроны на далекую орбиту. Несколько «успокоившись» и заняв устойчивый уровень, электроны все же сохраняют дополнительный запас энергии. Затем под действием какого-либо «толчка», как по команде, все электроны одновременно возвращаются в первоначальное состояние. При этом атомы «согласованно» излучают электромагнитные волны.

раженный сигнал приходит на Землю настолько ослабленным, что просто теряется на фоне помех и собственных шумов приемника.

Чтобы представить себе мощность отраженного сигнала, рассмотрим весьма наглядный, хотя и не очень реальный, опыт. Зачерпнем из Тихого океана стакан воды, вскипятим его и выльем обратно. Затем перемешаем всю воду в океане и снова зачерпнем ее в стакан. Теперь вода в стакане окажется теплее, чем вначале. Но насколько?.. Практически изменение температуры неуловимо. Трудно даже представить себе, насколько изменилась тепловая энергия стакана воды. Вот примерно такие ничтожные изменения, такие порции энергии должен уловить приемник, чтобы зарегистрировать сигналы, отраженные от планет.

С подобной задачей справляются только уникальные приемники, точнее, целые приемные системы, число которых во всем мире можно пересчитать по пальцам. Каждый такой «приемник» занимает целый дом и содержит много сложных аппаратов, вплоть до холодильных установок.

Сверхчувствительные приемники используются и в радиоастрономии — для регистрации радиоволн, которые, подобно свету и теплу, излучают небесные тела. Вместе с направленной антенной приемник образует радиотелескоп. С его помощью можно наблюдать невидимые звезды и получать важные сведения об их природе.

Сравнительно недавно в радиоэлектронике, и в первую очередь в космической, начали применять совершенно новые установки — квантовые (часто говорят квантово-механические или молекулярные) генераторы и усилители. Излучателями в них являются атомы или молекулы. Главное достоинство таких систем — исключительная точность.

В самые последние годы появились квантовые генераторы оптического диапазона — сокращенно лазеры (есть еще и мазеры). Они излучают обычный и в то же время необычный свет. Свет фонаря или спички — это бесчисленное множество излучений отдельных атомов и молекул, причем излучений несогласованных, хаотичных. В лазере все излучатели — атомы и молекулы — действуют очень согласованно, благодаря чему лазер дает узкий концентрированный луч (о принципе действия лазера вы можете прочитать в статьях «Свет» и «Электромагнитное поле» в т. 3 ДЭ). С по-

мощью лазера была осуществлена световая локация Луны.

Световое пятно на ее поверхности имело диаметр всего несколько километров!

Предполагается, что в будущем лазеры используют для связи с космическими кораблями. Кроме того, некоторые ученые считают возможным построить такие лазеры, мощные игольчатые лучи которых можно будет использовать во многих областях техники, например для бурения скважин, для проходки шахт и тоннелей, для различных видов обработки металлов. Уже сейчас лазеры используют для обработки твердых материалов.

■

ПОЛУПРОВОДНИКИ В ТЕХНИКЕ

Если бы в наши дни возник вопрос, какие достижения науки и техники можно считать, как в древние времена, семью чудесами света, то среди первых единодушно были бы названы полупроводники (о физических свойствах полупроводников вы можете прочитать в ст. «Полупроводники» в т. 3 ДЭ).

Долгое время «царицей» радиоэлектроники была электронная лампа (см. ст. «Большая семья электронных приборов»). Ее могущественным соперником оказался кусочек полупроводника величиной с горошину. Или даже с маковое зерно. Сплошной кристалл твердого тела, в котором нечему ломаться, который не боится никаких самых сокрушительных ударов и чудовищных перегрузок. В нем нет раскаленной нити, а следовательно, ничего и не перегорает. Энергии он расходует ничтожно мало — в тысячи раз меньше, чем электронная лампа одинаковой с ним мощности. Поэтому и служит он очень долго. Некоторые полупроводниковые приборы, поставленные несколько лет назад на испытание долговечности, работают и поныне — по 100 (и больше!) тыс. часов.

В предыдущих статьях этого раздела было подробно рассказано о процессах, происходящих в различных радиоэлектронных приборах и схемах, в том числе и в полупроводниковых. В этой статье мы расскажем о конкретных применениях полупроводников в технике. Но поскольку каждый день приносит все новые и новые открытия в этой области, мы остановимся лишь на нескольких, наиболее интересных, с нашей точки зрения, примерах.

Лилипуты в мире великанов

Начнем с первых полупроводниковых приборов — с выпрямительного диода, усилительного триода и генератора электрических колебаний высокой частоты, заменивших электронные лампы.

Собранный на полупроводниковых приборах «настоящий» 7- или даже 9-«ламповый» радиоприемник высокого класса легко умещается в папиросной коробке. На его питание в год расходуется несколько батареек — по размеру и весу не больше тех, какие применяются в карманных электрических фонариках (в то время как вес и стоимость годового комплекта батарей для обычного радиоприемника в несколько раз превышают его вес и стоимость).

Много страданий и неудобств приносит людям потеря или ослабление слуха. Существует немало типов слуховых приборов, состоящих из небольшого микрофона, усилителя величиной с портсигар и телефона, вставленного в ухо. Но эти приборы неудобны. Благодаря полупроводникам стало возможным разместить весь слуховой прибор в оправе для очков.

В первой электронной вычислительной машине, способной производить несколько десят-

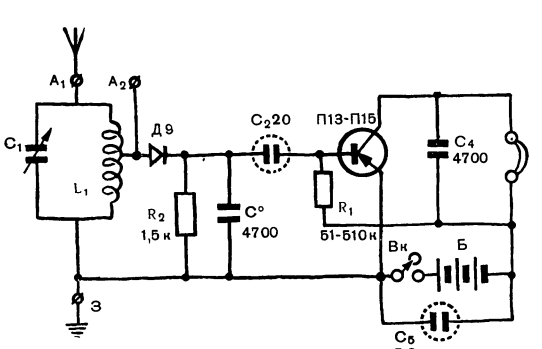
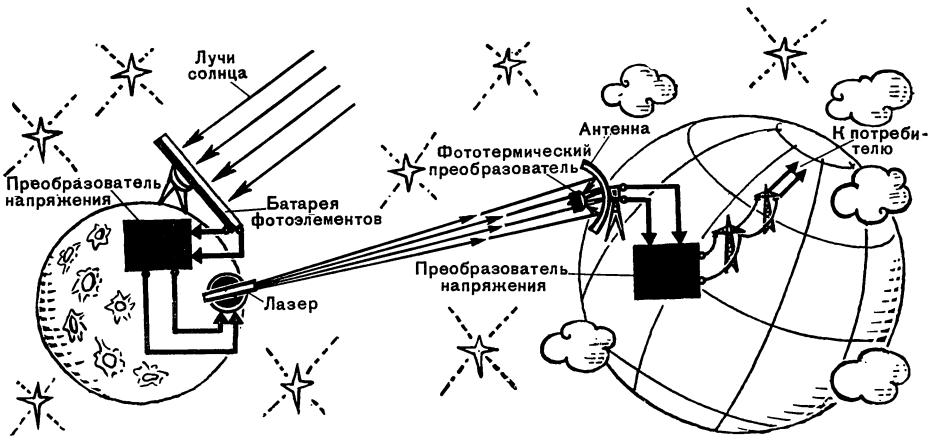


Схема миниатюрного приемника на транзисторах. Такой приемник не больше папиросной коробки.



Энергетический «мост» Луна—Земля. Энергию солнечных электростанций, установленных на Луне, можно будет передавать на Землю с помощью квантовых генераторов (лазеров).

ков тысяч арифметических действий в секунду, работало до 18 тыс. электронных ламп. Она занимала большое здание и требовала для питания энергию целой электростанции мощностью 350 *квт*. Машина, собранная на полупроводниках, занимает объем обычного письменного стола и потребляет только 250 *вт*.

Подводный кабель с вмонтированными в него крошечными полупроводниковыми усилителями можно не поднимать со дна океана в течение нескольких лет. Раньше эту дорогостоящую работу приходилось выполнять довольно часто — каждый раз, когда перегорала какая-нибудь электронная лампа. Так полупроводники помогают решить очень важную для современной науки и техники проблему — проблему надежности работы машин, аппаратов и приборов.

Было время, когда радиоустановок и приборов всех видов было сравнительно немного и расходуемую на их питание электрическую энергию можно было не принимать во внимание вовсе. Сейчас количество радиоэлектронной аппаратуры в стране достигло столь большой величины, что на ее питание расходуется не менее 1 млрд. *квт·ч* в год — примерно половина мощности электрической энергии, производимой в царской России в 1913 г.

Замена ламп полупроводниковыми приборами только в радиоприемниках и телевизорах позволила бы уменьшить этот расход на 95% — на 950 млн. *квт·ч*!

Полупроводниковая «упряжь» Солнца

Почти три четверти века ушло на то, чтобы создать и усовершенствовать фотоэлемент — устройство, способное превращать энергию света непосредственно в электричество. Но эффективность фотоэлементов едва достигала 0,5—1,0%. Полупроводниковые фотоэлементы сразу изменили положение дел. Их эффективность уже достигает 15%.

Из общего количества щедро рассеиваемой Солнцем по всем направлениям космоса энергии на долю каждого квадратного метра поверхности земного шара приходится не менее 1 *квт*.

Щит площадью в квадратный метр, собранный из тоненьких прозрачных пластинок или пленок полупроводниковых фотоэлементов, позволяет получать более 100 *вт* электрической мощности за счет солнечных лучей. Выложенная такими батареями крыша одноэтажного дома площадью, допустим, 100 $м^2$ могла бы с избытком обеспечить нужды жильцов дома в электрической энергии. Гектар поверхности дал бы 1000 *квт* — мощность довольно большой электрической станции! А ведь на нашей планете имеется не менее 27—40 млн. $км^2$ пустынь, горных кряжей и непригодных для использования мест. Но это еще не все. Ученые подсчитали, что к. п. д. полупроводниковых фотоэлементов со временем можно будет довести до 20%.

Акад. Н. Н. Семенов высказал даже такую идею: в гигантскую солнечную электрическую станцию когда-нибудь можно будет превратить и Луну. Хотя площадь поверхности нашего спутника и меньше Земли в 16 раз, но зато из-за отсутствия атмосферы на каждый квадратный метр ее поверхности падает в три раза больше света. Поэтому Луна получает не в 16, а только в 5 раз меньше энергии, чем вся поверхность земного шара, или почти столько, сколько ее

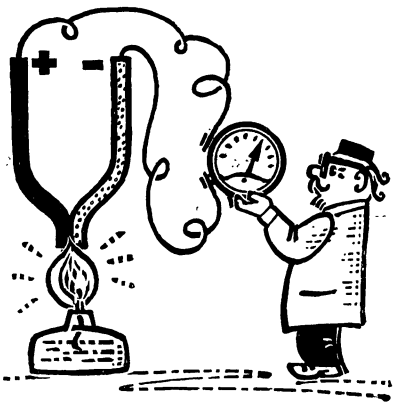
приходится на материковую часть Земли. Кроме того, полупроводниковые батареи из прозрачных фотоэлементов, чувствительных к разным участкам спектра солнечного света, на Луне можно было бы располагать в несколько этажей. Это позволило бы повысить отдачу энергии солнечными батареями до 40—45%. Полученную таким путем энергию можно было бы передавать на Землю направленным пучком световых лучей или радиоволн.

Все это означает, что полупроводниковый фотоэлемент, служащий пока главным образом в приборах и устройствах техники слабых токов, может стать одной из основ энергетики будущего. Именно с помощью фотоэлементов была решена проблема энергоснабжения космических аппаратов. Начиная уже с третьего советского искусственного спутника Земли все многочисленные бортовые установки управления и связи на спутниках и космических кораблях питаются электрической энергией, получаемой от солнечных батарей.

Но свет только одна, причем очень незначительная, часть излучений, существующих в природе. Например, энергия ультрафиолетовых лучей намного выше энергии лучей видимого света, энергия рентгеновских лучей выше, чем ультрафиолетовых, гамма-лучей — чем рентгеновских, и т. д. Поэтому если полупроводниковые фотоэлементы «осветить» ультрафиолетовыми, рентгеновскими или гамма-лучами или, наконец, просто потоком летящих с очень большой скоростью электронов, то создаваемый ими электрический ток будет еще более сильным, чем под действием видимого света. На этом принципе уже созданы первые образцы атомных электрических батарей.

Электроэнергия непосредственно из теплоты

Измерить температуру до 100° — дело несложное. Труднее измерить температуру выше 250°: для этого нужны уже специальные термометры. Ну а как измерить температуру печи, в которой плавят металлы,— 1800—2500°? Здесь на помощь приходят термоэлементы. Известно, что если нагревать место спая двух стержней разнородных металлов, то на их концах появляется разность электрических потенциалов. Она зависит от разности температур горячего и холодного концов термоэлемента. Измерив ее, можно довольно точно определить температуру.



При нагревании места спая двух разнородных металлов в цепи возникает электрический ток. Термоэлементы основаны на этом принципе.

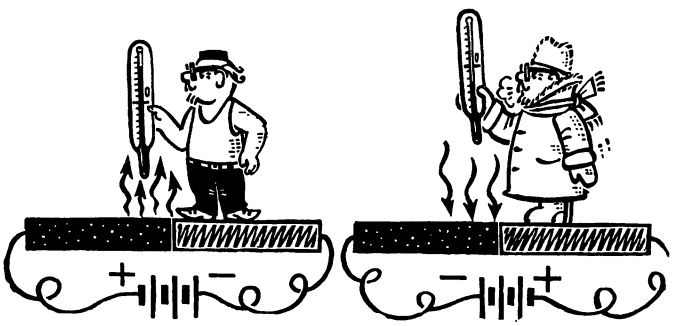
Естественно возникает вопрос: а нельзя ли этим способом получать электроэнергию? Можно. Но к. п. д. преобразования тепла непосредственно в электричество таких устройств едва достигает 0,5—1%. И здесь опять на помощь пришли полупроводники. Ученые обещают довести к. п. д. термобатареи на полупроводниках до 25—30%.

Устройство полупроводниковой термобатареи несложно. Она состоит из большого числа отдельных термоэлементов, собранных так, чтобы одни спаи нагревались до предельно высокой температуры, а другие охлаждались до возможно низкой температуры. И чем больше будет разница между этими крайними пределами, тем выше коэффициент полезного действия батареи (подробнее о промышленном использовании термоэлектрогенераторов рассказано в ст. «Энергетика будущего»).

Холод рождает тепло

Сегодня вряд ли есть необходимость доказывать огромную пользу, приносимую людям машинами для производства искусственного холода (см. ст. «Искусственный холод»). И в этой важнейшей отрасли техники полупроводники уже играют важную роль.

Основоположнику современной науки о физике твердого тела и полупроводниках акад. А. Ф. Иоффе в результате многолетних исследований спаев, сделанных из полупроводников, удалось создать термоэлектрические батареи для получения довольно низких температур. Если все «холодные» спаи этих батарей поместить в небольшом закрытом пространстве, а «горячие»



При прохождении тока через спай двух полупроводников выделяется или поглощается тепло. Это явление используется при создании термоэлектрических нагревателей и холодильников.

спаи — снаружи, то получается отличный холодильник. Он расходует значительно меньше электрической энергии, чем обычные комнатные или промышленные холодильники. Ему не нужны компрессоры, двигатели, охлаждающая жидкость, другое оборудование.

А теперь представьте себе, что большие батареи холодильных элементов установлены так, что их «горячие» спаи находятся внутри комнаты, а «холодные» — снаружи. Если пропускать сквозь них электрический ток, то «горячие» спаи начнут нагревать воздух комнаты, а «холодные» — охлаждать воздух улицы. Температура наружного воздуха будет понижаться на какую-то ничтожно малую величину. «Горячий» же спай сможет заметно повысить температуру комнаты, так как ее объем во много раз меньше объема охлаждаемого воздуха на улице. Расход электроэнергии при этом по сравнению с отоплением обычными электрическими печами уменьшается практически в два раза.

Полупроводниковые выпрямители

Сейчас в промышленности, технике и быту применяется главным образом переменный ток. Однако в ряде областей (а их довольно много, например на транспорте) нужен не переменный, а постоянный ток (см. ст. «Переменный и постоянный ток в технике»). Чтобы не строить электрические станции на разные виды тока, постоянный ток получают из переменного с помощью разнообразных преобразователей, машин, ртутных ламповых выпрямителей. А это связано с довольно значительными потерями.

Если же всю армаду применяемых в стране преобразователей переменного тока в постоянный удалось бы заменить на полупроводниковые выпрямители, то это позволило бы ежегодно экономить более 3 млрд. *квт·ч* электроэнергии! При этом их к. п. д. может достигать 98—99%. Пластинка площадью 100—120 *см*^{2}, т. е. величиной с записную книжку, при условии идеального ее охлаждения могла бы выпрямлять переменный ток в постоянный, достаточный для питания электровоза мощностью 3—4 тыс. *л. с.*!

К сожалению, полупроводниковые выпрямители пока работают при температурах не выше 200°. Это еще мешает их широкому внедрению, хотя с каждым годом число всевозможных видов полупроводниковых выпрямителей все увеличивается.

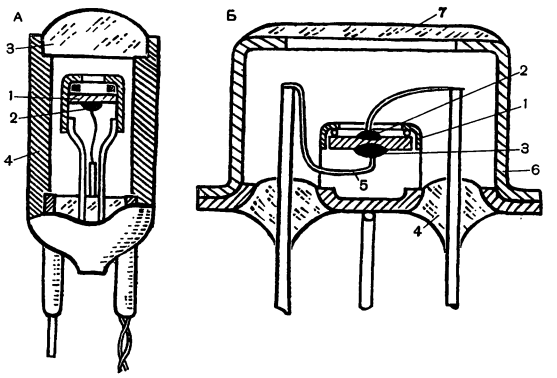
Сверхчувствительность

Известно, что при нагревании чистых металлов их электрическое сопротивление увеличивается. У полупроводников оно, наоборот, уменьшается. Это свойство оказалось очень важным для ниспровержения термометра. На смену ему пришел т е р м и с т о р. Это маленький кусочек полупроводника, соединенный с небольшой электрической батареей и чувствительным измерительным прибором. Достаточно внешней температуре чуть-чуть повыситься или понизиться, как сопротивление термистора резко уменьшится или увеличится. Это вызовет изменение протекающего через него тока, что и покажет измерительный прибор.

Эти устройства обладают исключительной чувствительностью. В Ленинградском агрофизическом институте сконструирован микроэлектротермометр «игла». Шарик диаметром в 0,5 *мм* одним прикосновением, длящимся десятую или даже сотую долю секунды, измеряет с большой точностью температуру различных участков листа растения.

Но как быть, если нужно узнать очень незначительные изменения температуры предмета, к которому нельзя непосредственно прикоснуться термистором? Для этого служит другой прибор — б о л о м е т р. Это еще более крошечное термосопротивление, сделанное из самых чувствительных к изменению температуры полупроводников. Оно окрашено в черный цвет и заключено в трубку, из которой выкачан воздух. Сам болометр устанавливается в фокусе большого металлического зеркала и охлаждается до очень низкой температуры с помощью сжиженных газов — водорода, гелия.

Любой нагретый предмет излучает тепловые — инфракрасные — лучи. Улавливая эти лу-



Конструкция фотодиода *(А)* и фототриода *(Б)*. Фотодиод: *1* **— кристалл германия;** *2* **— *p n*-переход;** *3* **— стеклянное окно;** *4* **— корпус. Фототриод:** *1* **— германиевая пластинка;** *2* **— капля индия — коллектор;** *3* **— капля индия — эмиттер;** *4* **— изолятор;** *5* **— вывод;** *6* **— герметический корпус;** *7* **— отверстие со стеклом.**

чи, болометры позволяют очень точно измерить температуру предмета на весьма значительном расстоянии. С помощью болометра можно было бы обнаружить с Земли спичку, зажженную на Луне.

В последнее время советским ученым удалось даже хорошо известные и изученные типы фотоэлементов сделать еще более чувствительными и эффективными. Если, например, к фотоэлементу из металлического полупроводника германия подключить еще и небольшую электрическую батарейку, то получается новый прибор — ф о т о д и о д, чрезвычайно чувствительный к видимому и невидимому излучениям. Еще большей чувствительностью обладает комбинированный фотоэлемент с фотодиодом и усилителем — ф о т о т р и о д.

Усилители света

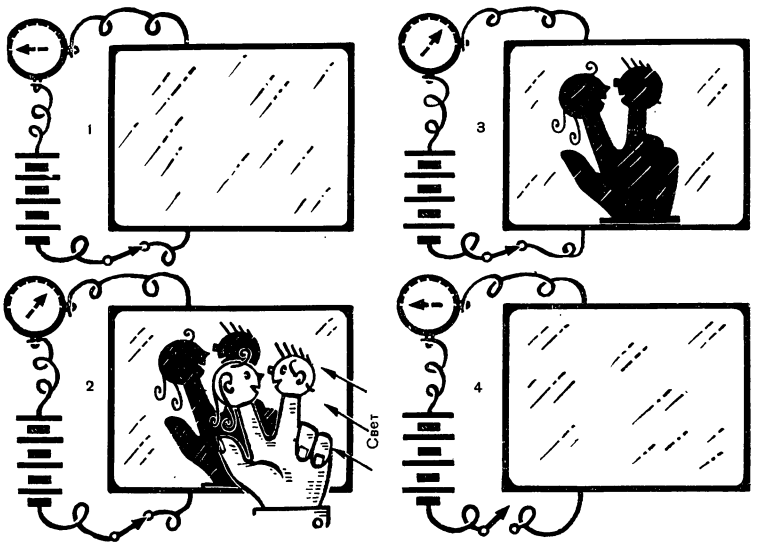
Есть такие вещества — э л е к т р о л ю м и н о ф о р ы. Когда сквозь них пропускают электрический ток, эти вещества (например, сернистый цинк, активированный медью) светятся. Свечение в кристаллах таких веществ возникает в результате того, что под действием электрического напряжения оба типа носителей зарядов — электроны и «дырки» (см. ст. «Полупроводники» в т. 3 ДЭ) — начинают двигаться навстречу друг другу и сталкиваются. Выделяющаяся при этом энергия превращается в кванты светового излучения. Яркость свечения возрастает по мере нарастания проходящего через них тока и его частоты.

Открытие явления электролюминесценции натолкнуло ученых на идею использовать его для создания у с и л и т е л е й я р к о с т и и з о б р а ж е н и я. Для этого между пластинками, служащими электродами, помимо слоя электролюминофора, вводится еще слой чувствительного к свету полупроводника, например соединения кадмия с серой, селеном или теллуром. На участках полупроводника, куда падает наиболее яркий свет, сопротивление проходящему току резко уменьшается. Все приложенное к такому многослойному «пирожку» электрическое напряжение будет воздействовать только на слой электролюминофора, который в этих местах, естественно, станет светиться наиболее ярко. Там же, где на поверхность полупроводника упадет мало света, его сопротивление останется высоким и большая доля приложенного напряжения придется уже на долю полупроводника. Прилегающий к нему участок электролюминофора из-за недостатка приходящегося на его долю напряжения светиться уже не будет. И если направить на такое устройство почти не воспринимаемое глазом слабое световое изображение, на его противоположной, светящейся стороне можно получить яркую, усиленную копию.

Явление электролюминесценции позволяет также превращать в видимое изображение, получаемое в невидимых инфракрасных, ультрафиолетовых и рентгеновских лучах. Для этого выбирается полупроводник, меняющий свое электрическое сопротивление только под действием каких-либо из этих невидимых лучей.

Но это не все. Усиленное изображение во всех таких установках сразу же исчезает, как только прекращается воздействие света или электрического тока. Во многих же случаях бывает очень важно сохранить полученное изображение как можно дольше, чтобы успеть изучить его детали, переснять на специальные фотопластинки и т. д.

Совсем недавно ученые создали новый вид люминофора, способного как к электролюминесценции, так и к фотолюминесценции (свечение под действием света). Если этот состав находится в темноте, он не светится и через него проходит очень слабый ток. Но достаточно свету или какому-нибудь другому излучению «включить» электролюминесцентный механизм такого вещества, как появляется свечение, яркость которого пропорциональна силе и продолжительности этого возбуждающего излучения. При этом после того, как облучение прекращается, экран продолжает еще довольно долго светить-



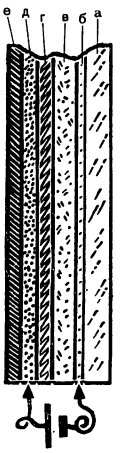


Схема работы электролюминесцентной «памяти»: *1* — цепь замкнута, экран не освещен, тока в цепи нет; *2* — спроектировано изображение, экран освещен, ток идет; *3* — источник света выключен, ток идет, изображение сохраняется; *4* — цепь разомкнута, изображение «стерто». *Справа* разрез экрана: *а* — прозрачный защитный слой; *б* — прозрачный пленочный электрод; *в* — люминофор; *г* — изолятор; *д* — металлический электрод; *е* — керамическая подложка.

ся. Чувствительность устройства настолько высока, что позволяет, например, сократить время рентгеновского просвечивания больного до долей секунды.

Многого ждут от усилителей света астрономы. Важнейшие исследования обозримой Вселенной в наши дни осуществляются с помощью фотографии. Но чтобы, несмотря на атмосферу, искажающую картину звездного неба, сделать четкий и яркий снимок, приходится пользоваться особыми сверхчувствительными фотопластинками и сверхгигантскими телескопами. И все равно света не хватает — снимок приходится выдерживать десятками минут и даже часами. За это время, естественно, движение атмосферы делает свое «черное» дело: изображение смазывается, расплывается, теряет четкость. Отсюда задача — сократить любыми способами время выдержки при съемке.

Решить проблему удалось с помощью преобразователей и усилителей света, главная часть которых — все те же полупроводники. Благодаря им принимаемое на экран телевизионных трубок изображение можно сделать достаточно ярким, чтобы получить фотоснимки в доли секунды.

Подобный телевизионный телескоп не только усиливает яркость изображения, но и позволяет увеличить его размеры на экране, усилить контрастность. Более того, применяя передающие трубки, особо чувствительные к инфракрасным или ультрафиолетовым лучам, можно наблюдать небесные тела в тех участках спектра электромагнитных волн, к которым и глаз, и фотопластинки нечувствительны.

Молекулярная электроника

То, что ученым, конструкторам, инженерам в последнее время удалось — в основном с помощью полупроводников — сделать в области уменьшения размеров электронных приборов, кажется удивительным проникновением в мир микроскопически малых величин. Но это далеко не предел. Ученые задумались: нельзя ли использовать в качестве элементов электронных устройств молекулярную структуру твердого тела? Ответ на этот вопрос, и ответ положительный, дает новое направление науки — молекулярная электроника.

Сверхчистые германий и кремний с их совершенной кристаллической структурой необычайно чувствительны к присадкам других веществ. Если в различные участки этих кристаллов ввести строго определенные количества микродобавок бора, галлия, алюминия, сурьмы, мышьяка и т. п., создающих избыток носителей отрицательных или положительных зарядов и создающих в полупроводниках ту или иную проводимость, то в них одновременно образуются микроскопические зоны распределения электрических зарядов. Эти зоны проявляют в плоскости соприкосновения кристаллов друг с другом самые различные электрические свойства и могут выполнять функции основных элементов любой электронной схемы: сопротивлений, емкостей, диодов (выпрямителей) и триодов (усилителей).

Такие кристаллы с дополнительными электрическими свойствами и функциями называют функциональными блоками,

хотя они по-прежнему продолжают оставаться монолитным твердым телом.

Вносить присадки в кристаллы полупроводников, превращающие их в электронные схемы, можно множеством самых разнообразных способов: воздействуя на них химическими методами, облучая потоком электронов, видимыми и невидимыми лучами, ультразвуком, напыливая на них другие вещества или вводя их методом диффузий.

Изменить сопротивление полупроводника, например можно вводя в него присадки, уменьшающие первоначальное электрическое сопротивление, или просто изменяя его геометрические размеры: длину, ширину, толщину. А емкость можно получить, нагревая кремний в атмосфере кислорода. Вследствие нагрева на его поверхности образуется тончайшая прочная пленка кварца, представляющая собой отличный диэлектрик. Если же на пленку нанести еще столь же тонкий слой металла, то кристалл, пленка и слой металла составят конденсатор постоянной емкости, величину которой легко менять, сокращая или увеличивая площадь обкладок или толщину разделяющего их диэлектрика (пленки). В таком блоке не нужны даже монтажные соединительные проводники, так как его элементы непосредственно соприкасаются друг с другом.

Вот как будет, например, выглядеть блок для преобразования переменного тока напряжением 110 *в* в постоянный ток напряжением, допустим, 10 *в*. В обычном выпрямителе для этого нужны 5 элементов — сетевой понижающий трансформатор, ламповый диод, дроссель для сглаживания пульсаций выпрямленного тока и два конденсатора большой емкости. В молекулярном выпрямителе ничего этого не требуется. Все заменяется крошечным кусочком кристалла германия.

Обрабатывая кристалл одним из описанных выше способов, в нем можно образовать три зоны с различными физическими свойствами: зону сопротивления, изолирующую и термоэлектрическую зоны. При прохождении переменного электрического тока через зону сопротивления она, естественно, разогревается. Изолирующая зона сквозь себя электрического тока не пропускает, но зато хорошо проводит тепло, тем самым нагревая термоэлектрическую зону. Последняя представляет собой полупроводниковый термоэлемент, вырабатывающий при нагревании постоянный электрический ток напряжением около 10 *в*, не нуждающийся ни в каком сглаживании, а следовательно, и в применении конденсаторов и дросселей.

Прочность и надежность действия таких электронных схем приближаются к идеальным. Если учесть что ученые научились получать пленки германия толщиной всего 0,002 *мм*,— а этого вполне достаточно, чтобы создавать в них все необходимые зоны с функциями, ранее осуществляющимися отдельными деталями,— молекулярные схемы можно будет изготовлять, спрессовывая вместе любое количество таких пленок.

Пока молекулярная электроника только зарождается. Однако есть все основания полагать, что перед техникой открываются новые удивительные перспективы.

* * *

Мы рассказали здесь лишь о некоторых областях применения радиоэлектроники. О других специальностях электронных приборов вы можете узнать, прочитав статьи раздела «Автоматика», статьи «Машины-математики», «Машины-переводчики», «Машина обучает», «Прыгающие» электроны», а также статью «Электронные вычислительные машины» в т. 2 ДЭ.

■

КАК ДОБЫВАЮТ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ДОБЫЧА НЕФТИ И ГАЗА

Самые нужные и самые дешевые

В истории человечества бывало уже не раз, что одни полезные ископаемые «вырывались вперед», начинали обгонять другие ископаемые и буквально «завоевывали» весь мир. Так было в древности с медью, обогнавшей кремень и положившей начало бронзовому веку. Так было потом с железом, обогнавшим медь.

В наше время на первый план среди горючих ископаемых постепенно выдвигаются нефть и газ. Правда, они еще не обогнали каменный уголь, но в ближайшие годы, несомненно, обгонят.

Почему это происходит? Дело в том, что химическая промышленность и транспорт в последние годы стали нуждаться во многих продуктах, получаемых из нефти. Автомобили и самолеты немыслимы без бензина и керосина. Разнообразные синтетические материалы очень выгодно изготовлять из нефти и газа. Однако своим успехом нефть и газ обязаны не только резко возросшему спросу. Очень важно и то, что добывать их проще, чем уголь.

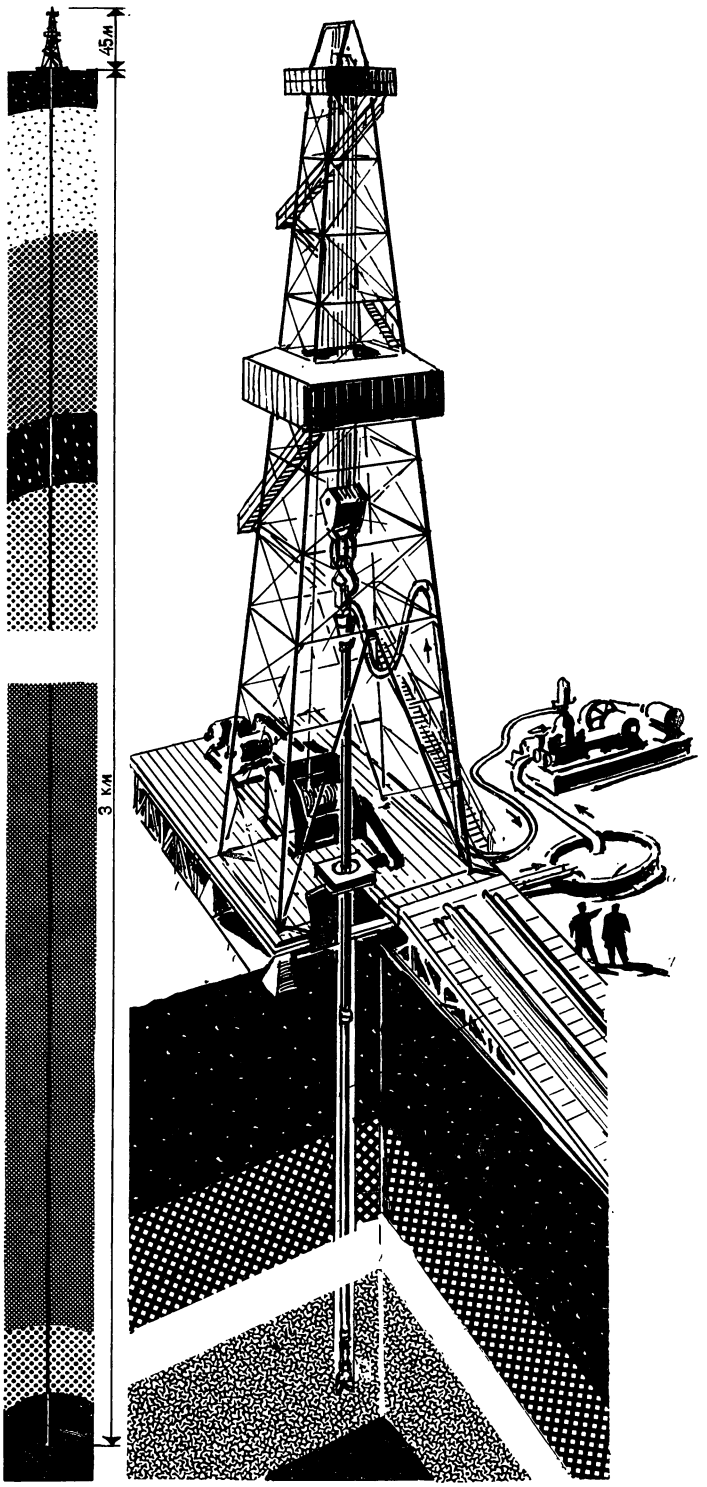
Как бурят скважины

Главная машина для добычи нефти и газа — буровой станок. Первые буровые машины, появившиеся сотни лет назад, по существу, копировали рабочего с ломом. Только лом у них потяжелее и по своей форме напоминал скорее долото. Он так и назывался — буровое долото. Подвешивали буровое долото на канате, который то поднимали с помощью ворота, то опускали.

Такие машины называются ударно-канатными. Они существуют во множестве и сейчас, только теперешние «долота» весят иной раз сотню, а то и две сотни пудов и поднимают их не вручную, а с помощью мотора. Несмотря на это, ударно-канатные станки можно назвать уже вчерашним днем техники. Очень уж медленно пробивают они отверстие в камне, очень уж неудобны и неповоротливы, очень много энергии расходуют зря и медленно работают — ведь перед каждым ударом стальное стопудовое «долото» надо тащить на канате вверх, потом бросать, потом опять тащить... Там, где нужно бурить очень глубокие скважины, станки с долотом и канатом вообще не годятся.

Гораздо быстрее оказался другой способ бурения — роторный, при котором скважина высверливается. Нефтяной «бурав» — это ажурная металлическая четырехногая вышка высотой с десятиэтажный дом, к вершине которой подвешена толстая стальная труба. Ее вращает устройство — ротор. На нижнем конце трубы — буровое долото. Это долото только по названию напоминает инструмент ударно-канатного станка, а на самом деле оно скорее похоже на сверло — только очень короткое и особо прочной конструкции. Буровой мастер включает мотор ротора, и долото начинает быстро врезаться в землю, высверливая скважину. По мере того как буровой инструмент уходит все глубже в землю, трубу удлиняют. Для того чтобы «стружки» — куски разрушенной земли — не заполняли пробуренную скважину, в нее насосом через трубу нагнетают глинистый раствор. Раствор промывает скважину, уносит из нее вверх по щели между трубой и стенкой скважины разрушенную глину, песчаник, известняк. Одновременно глинистый раствор как бы штукатурит стенки скважины, чтобы они не обрушились.

Но и у роторного бурения есть свой недостаток. Чем глубже скважина, тем тяжелее работать мотору, тем медленнее идет бурение. Ведь одно дело вращать стальную трубу длиной



Буровая вышка. *Справа*: насосная станция, подающая в скважину глинистый раствор, и отстойник, в котором осаждается измельченная буром порода. *Слева*: схема, показывающая соотношение размеров вышки и глубины скважины.

в пять—десять метров, когда бурение скважины только начинается, и совсем другое — крутить колонну труб, в которой пятьдесят, сто, пятьсот метров. А когда глубина скважины достигает километра? Двух километров?

Насколько легче было бы мотору, если бы нужно было вращать только буровое долото!

Турбобур и электробур

И такая машина была построена впервые в мире советским инженером М. А. Капелюшниковым в 1923 г. На поверхности земли, на вышке, не было видно никакого ротора, и тем не менее буровая колонна быстро уходила вглубь гораздо быстрее, чем раньше. Все дело в том, что изобретатель поместил мотор не наверху, а внизу — рядом с буровым инструментом. Теперь всю свою мощность мотор расходовал только на вращение самого бура.

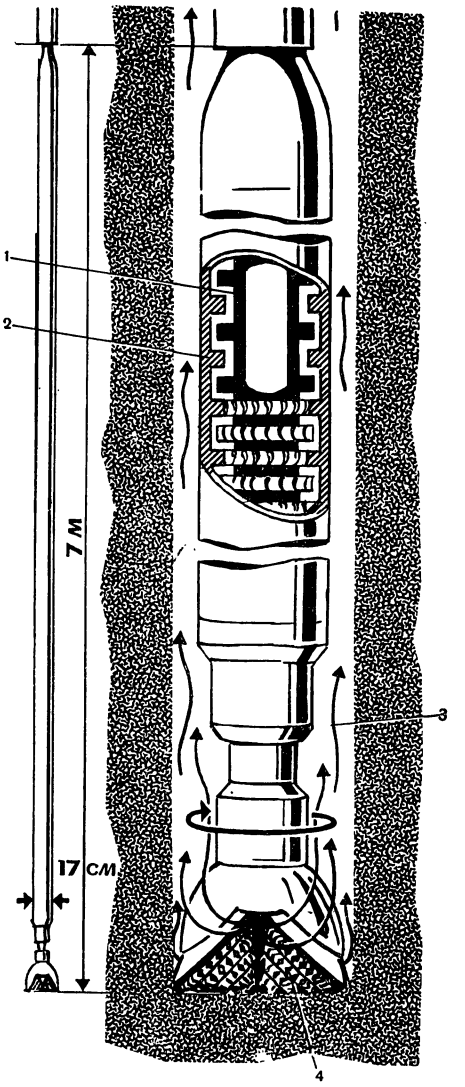
У этого необыкновенного станка и мотор был необыкновенный. Инженер Капелюшников заставил вращать бур ту самую воду, которая раньше только вымывала из скважины разрушенную породу. Теперь, прежде чем достигнуть дна скважины, накачиваемый насосом глинистый раствор вращал маленькую турбину, к которой прикреплен буровой инструмент.

Новый станок назвали т у р б о б у р о м. Со временем его усовершенствовали. Теперь в скважину опускают множество турбин, насаженных на один вал. Понятно, что мощность такой «многотурбинной» буровой машины во много раз больше и бурение идет во много раз быстрее.

Другая замечательная советская буровая машина — э л е к т р о б у р.

Электробур, изобретенный А. П. Островским и Н. В. Александровым, пробурил первые нефтяные скважины в 1939 г. У этой машины колонна труб, на которой подвешен бур, тоже не вращается, работает только сам буровой инструмент. Но крутит его не водяная турбина, а электрический двигатель.

Двигатель электробура помещен в стальную «рубашку» — кожух, заполненный маслом. Масло все время находится под высоким давлением, поэтому окружающая вода не может проникнуть в двигатель. А чтобы мощный мотор мог поместиться в узкой нефтяной скважине, пришлось сделать его очень высоким, и двигатель получился похожим на столб: диаметр у него как у блюдца, а высота — 6—7 *м*, в два с лишним раза выше комнаты.



Так устроен турбобур: *1* **— лопасти ротора (вал турбобура);** *2* **— лопасти статора (корпус турбобура);** *3* **— поток глинистого раствора;** *4* **— буровой инструмент.**

«Бур» без бура

Для того чтобы бурить еще быстрее, нужно научиться разрушать породу на дне скважины без твердых инструментов. Даже если резцы долота сделаны из специального твердого сплава или алмазов, они довольно быстро тупятся, ломаются, и долото надо заменять новым. А чтобы заменить, надо вытащить бур на поверхность с большой глубины. Поэтому нередко на замену инструмента уходит гораздо больше времени, чем на само бурение.

На помощь буровикам пришли ракетчики. В 50-х годах была сконструирована горелка, работающая по принципу жидкостного реактивного двигателя. В камеру сгорания поступают керосин и кислород, а из сопел горелки со сверхзвуковой скоростью вырывается раскаленная до нескольких тысяч градусов струя газов. Эта струя мгновенно нагревает дно скважины, порода растрескивается на небольшие чешуйки, которые уносятся на поверхность теми же газами и паром, образующимся при охлаждении горелки водой.

Машин для огневого бурения очень глубоких скважин пока еще нет. Но в крепких породах, содержащих большое количество кварца, уже удается «бурить» десяти-и двадцатиметровые скважины струей раскаленных газов быстрее, чем любым другим способом.

Существуют и другие, совсем новые способы разрушения твердых (скальных, как говорят в технике) пород. Например, советские ученые предложили использовать для этого переменный ток высокой частоты. Буровых установок, работающих на этом принципе, еще нет. Но уже существуют высокочастотные установки, с помощью которых с успехом раскалывают каменные глыбы.

Есть и еще одна возможность обойтись без какого-либо механического инструмента. В Советском Союзе изобретен способ «бурения» глубоких скважин с помощью маленьких порций взрывчатки, которая, падая на дно скважины, разрушает его.

Огненная струя легко режет гранит.

Нефть и газ текут по скважинам

Бурение — основная работа при добыче нефти и газа. В отличие, скажем, от угля или железной руды (см. ниже) нефть и газ не нужно отделять от окружающего массива машинами или взрывчаткой, не нужно выдавать на-гора конвейером или в вагонетках. Как только скважина достигла нефтеносного пласта, нефть, сжатая в недрах давлением газов и подземных вод, устремляется вверх с огромной силой. Остается только вовремя поймать эти фонтаны в трубы.

Но через некоторое время давление в недрах уменьшается, иногда довольно скоро, и оставшаяся там нефть перестает течь вверх. Тогда нефтяники через специально пробуренные отверстия накачивают под землю воду. Вода давит на нефть и выдавливает ее на поверхность по вновь ожившей скважине. Но скоро и вода уже не может помочь. Наступает время применить главный способ: в скважину опускают насос и начинают выкачивать нефть. С помощью насосов добывают бóльшую часть нефти.

Подземная газификация

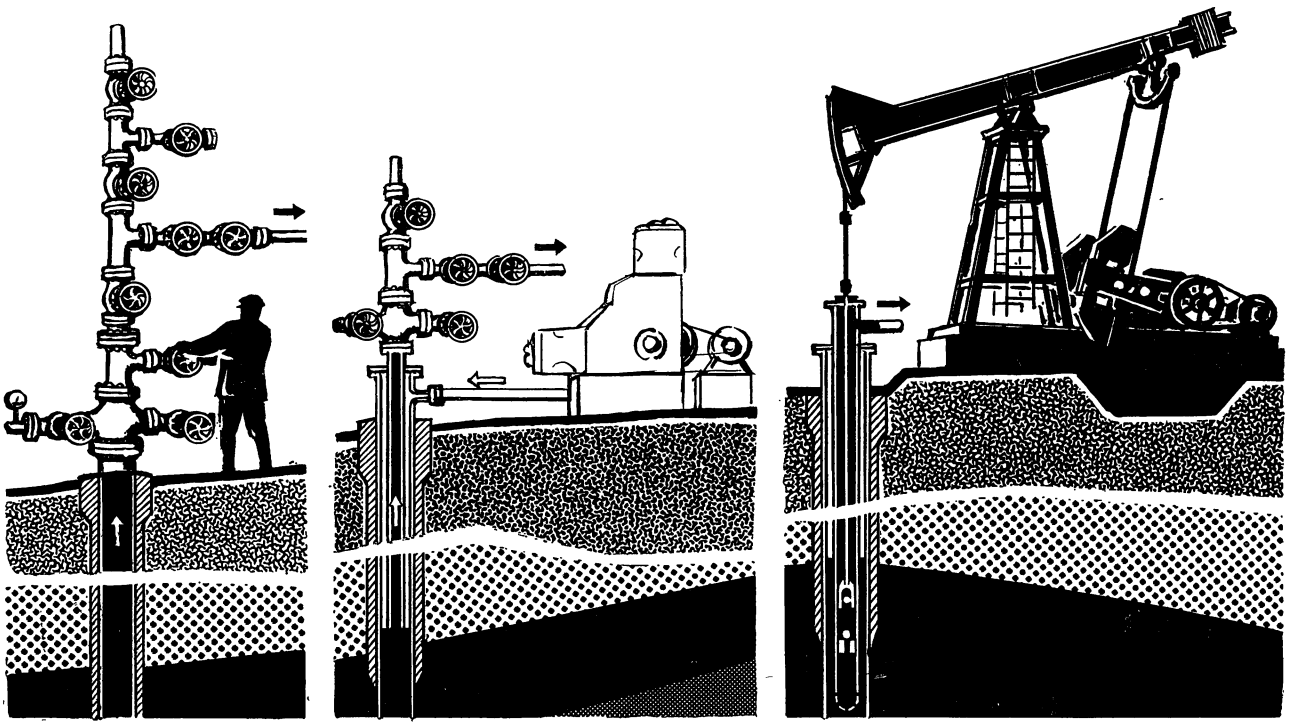
Через скважины можно добывать и некоторые твердые полезные ископаемые, превращая их сначала в жидкость или газ.

Первым твердым полезным ископаемым, которое стали добывать в жидком виде, была соль. Она, как известно, легко растворяется в воде. Второе твердое полезное ископаемое, которое удалось заставить течь,— сера. Сера очень легко плавится уже при 120°.

Научились люди превращать под землей в газ, и уголь, и горючие сланцы. Первым идею подземной газификации каменного угля выдвинул еще в прошлом веке Д. И. Менделеев. Он предложил не извлекать каменный уголь из-под земли, а прямо там, в недрах, сжигать его при малом доступе воздуха, превращая в горючий газ. И затем по трубам выдавать этот газ на поверхность. Эту идею высоко оценил В. И. Ленин.

В нашей стране ведутся большие опытные работы по подземной газификации. Первая в мире станция газификации угля была сооружена в Донбассе в 1934 г. Потом построили еще несколько станций.

Принцип работы станции подземной газификации таков. С поверхности до самого угольного пласта сооружают глубокий колодец — шахтный ствол. От него через угольный пласт прорубают длинный коридор — штрек. Сверху,



I схема. II схема. III схема.

от поверхности до штрека, бурят скважины, затем угольный потолок штрека поджигают и по одним скважинам начинают накачивать воздух, а по другим — отсасывать из шахты образовавшиеся там горючие газы. Когда пласт между пробуренными скважинами сгорит полностью, до самого верха, бурят новые скважины на соседнем участке.

На станции подземной газификации угля работает гораздо меньше шахтеров, чем на обычной угольной шахте. Но все-таки сотни рабочих должны опускаться под землю. Поэтому газ получается еще очень дорогим. Ученые ищут пути к тому, чтобы подземную газификацию угля можно было вести без стволов и без штреков — с помощью одних только скважин, пробуренных с поверхности земли.

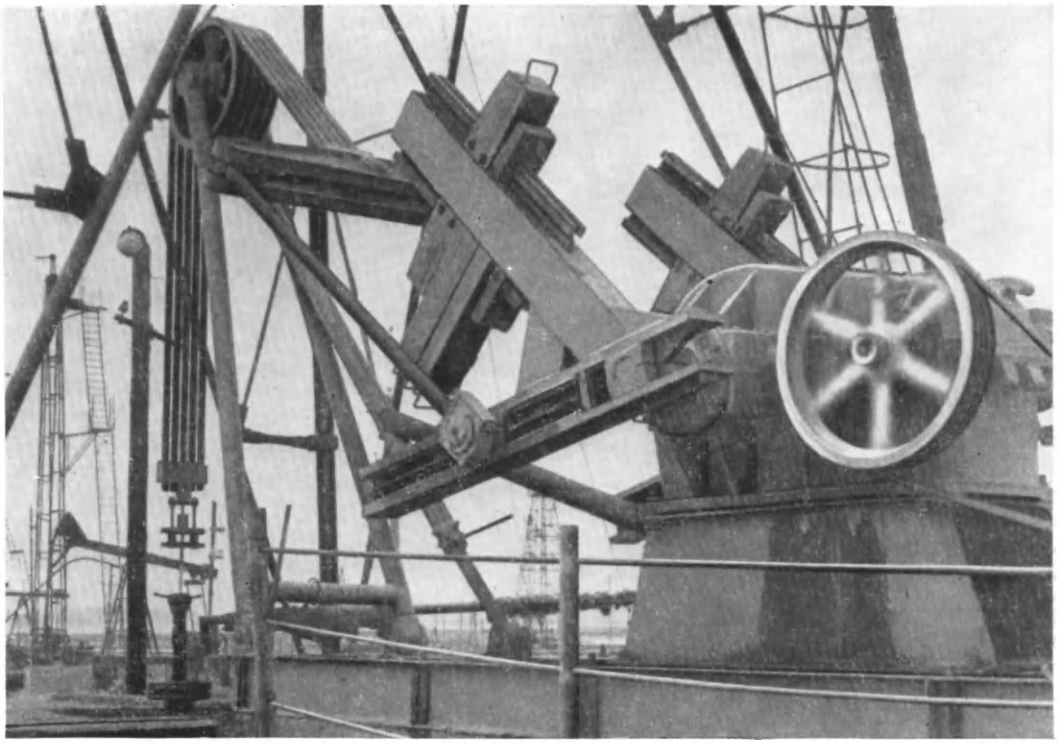
Хранение и транспортировка нефти и газа

Нефть и газ удобно и выгодно не только добывать; транспортировка этих полезных ископаемых на нефтеперерабатывающие и химические заводы, электростанции, в города тоже очень удобна. Нефть перевозят и в цистернах — по железным дорогам и автомобилями, а по морям и океанам — в нефтеналивных судах танкерах. Но во многих случаях нефть не нуждается в таком дорогом транспорте. Она может течь на любые расстояния по трубам.

Протяженность нефтепроводов и газопроводов — магистралей из стальных труб, уложенных неглубоко в земле,— достигает десятков тысяч километров. Например, в Сибирь до самого Байкала нефть теперь не ведут из Европейской части Союза, а качают по трубам. Другая магистраль — нефтепровод «Дружба» — тянется через границы нескольких стран. По нему советская нефть идет к нашим друзьям — в Польшу, Чехословакию, Венгрию, ГДР.

А вот нефть и газ хранить сложнее, чем уголь и руду.

Для хранения нефти и получаемых из нее нефтепродуктов, например бензина, нужно строить специальные металлические резервуары. Они похожи на гигантские консервные банки. Стенки нефтехранилищ окрашивают серебристой алюминиевой краской, хорошо отражающей солнечные лучи. Иначе нефть нагреется и станет быстро испаряться, теряя самые ценные легкие части.



Слева: три способа добычи нефти из скважины—нефть фонтанирует под давлением газов и подземных вод (I схема); нефть идет из скважины под давлением накачиваемого в нефтеносный пласт сжатого воздуха (II схема); откачка нефти с помощью специальных насосов (III схема). *Справа:* так выглядит машина, с помощью которой откачивают нефть.

Чтобы нефть испарялась как можно меньше, применяют и другие приспособления, например делают крышу нефтехранилища не обычной, а плавающей. Если из резервуара выкачают часть нефти и ее уровень в резервуаре понизится, то вслед за нефтью опустится и крыша. Плотно прилегая к поверхности, такая крыша препятствует испарению нефти.

Для хранения газа необходимы герметичные, наглухо закрытые, газонепроницаемые резервуары. Чтобы газ при хранении занимал как можно меньше места, его сжимают и сжижают. Газохранилища должны быть очень прочными, иначе давление газа разорвет их. Большие хранилища для сжатого газа называются г а з г о л ь д е р а м и. А чаще всего сжатый газ хранят под высоким давлением в специальных стальных баллонах.

Еще под более высоким давлением приходится хранить сжиженный газ. Для того чтобы стенки хранилищ для сжиженного газа лучше выдерживали такое высокое давление, их делают сферическими.

Но бывают газохранилища, не требующие для своего сооружения ни стали, ни каких-либо других прочных материалов. Это естественные хранилища, находящиеся под землей — там, откуда раньше добывали нефть или газ. Стенками таких естественных хранилищ служат газонепроницаемые пласты породы.

■

ДОБЫЧА УГЛЯ И РУДЫ

Как устроена шахта

Твердые полезные ископаемые извлекают из-под земли двумя способами — подземным или открытым. Современные предприятия горнодобывающей промышленности — настоящие заводы. «Завод» для подземной добычи — это ш а х т а, для открытой — к а р ь е р.

Почти все работы в шахте выполняют в наше время машины. На разных шахтах они бывают

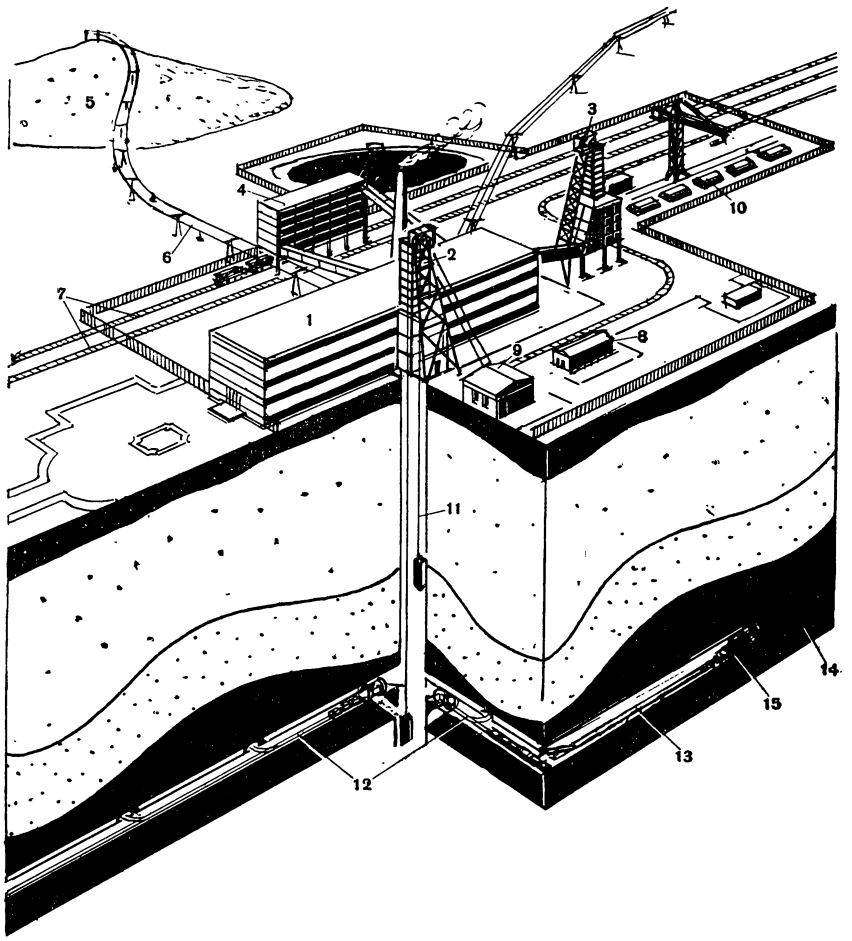


Схема угольной шахты: *1* — надшахтное здание; *2* — копер главного ствола; *3* — копер вспомогательного ствола; *4* — бункер для погрузки угля в вагоны; *5* — отвал породы (террикон); *6* — подвесная дорога; *7* — железнодорожные пути; *8* — здание вентилятора; *9* — здание подъемной машины; *10* — склад крепежных материалов; *11* — главный ствол; *12* — откаточные горные выработки; *13* — конвейерный штрек; *14* — пласт угля; *15* — забой.

разными, в зависимости от того, какое именно полезное ископаемое добывают под землей — сравнительно мягкое или более твердое. Например, каменный уголь можно просто резать специальными машинами. А твердую железную или медную руду приходится взрывать.

Шахта начинается с глубокого колодца или крутого тоннеля — с т в о л а. Ствол шахты и строят (горняки говорят — «проходят») так же, как колодец: его понемногу углубляют сверху вниз, все время укрепляя стенки, чтобы они не обваливались.

Проходчики шахтных стволов вооружены п е р ф о р а т о р а м и — машинами, которые с помощью сжатого воздуха бурят неглубокие узкие скважины под взрывчатку; г р е й ф е р а м и для погрузки взорванного камня; подъемными машинами, которые вытаскивают этот камень на поверхность в стальных бадьях, и многими другими механизмами. А крепят стенки шахтных стволов бетоном, железобетоном, чугунными кольцами — тюбингами.

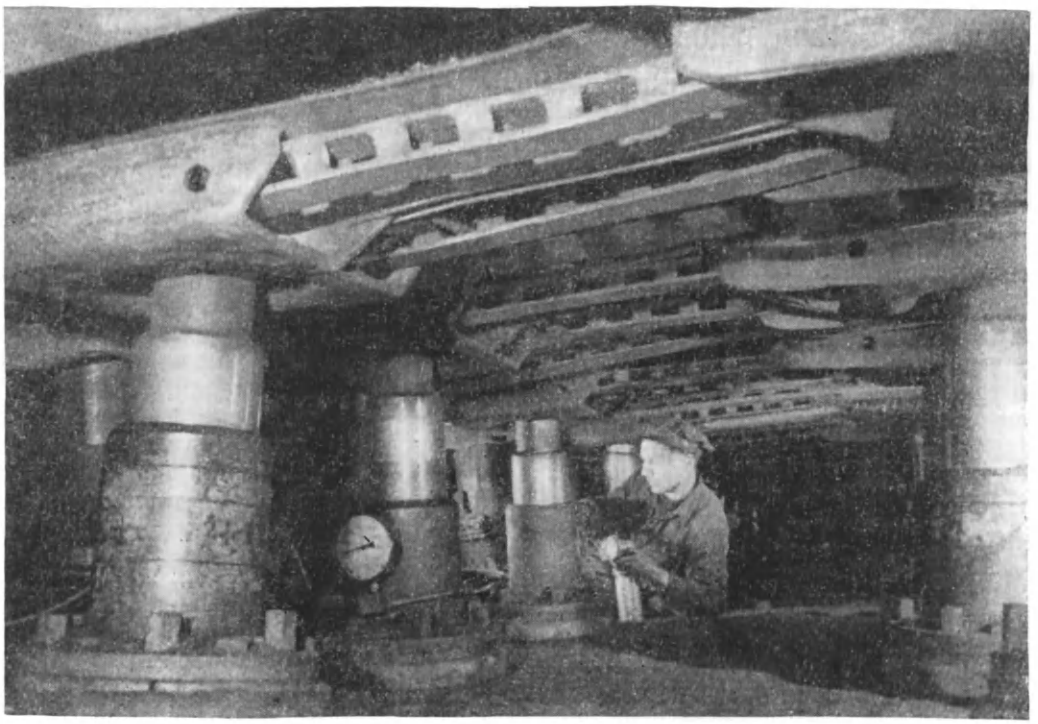
Назначение ствола — связь разработок с поверхностью. По одним стволам ходят клети (это стальные коробки, похожие на кабину лифта), по другим — опускается и поднимается с к и п — стальной короб для руды или угля. Иногда, если ствол не вертикальный, а наклонный, как эскалаторный тоннель в метро, по нему движется лента конвейера. Но почти во всех шахтных стволах обязательно есть машины для подъема на-гора полезного ископаемого и спуска в шахту людей и машин. Нет машин только в специальных, вентиляционных стволах. Через них мощные вентиляторы нагнетают в шахту свежий воздух.

Внизу от ствола в разные стороны отходят подземные коридоры — ш т р е к и. В них уложены рельсы или стоят конвейеры. По этим штрекам к шахтному стволу подвозят уголь или руду.

Если идти по штрекам от ствола, то в конце концов попадешь в з а б о й—туда, где полезное ископаемое отделяют от пласта и грузят на конвейер или в вагонетку.

Для того чтобы штреки и забои, в которых добывают уголь или руду (на угольных шахтах они называются л а в а м и), не были раздавлены огромными массами находящихся над ними горных пород, прорубленные под землей коридоры крепят — подпирают потолок («кровлю») и стенки бревнами, железобетонными рамами, стальными арками. Последние годы в наших шахтах деревянная крепь все больше уступает место железобетонной и стальной. А в угольных лавах работает механизированная, «шагающая» крепь.

Этот 15-кубовый ковш шагающего экскаватора-гиганта заменяет 7 тыс. лопат.



Так закреплена лава, в которой добывают уголь.

Подземный завод

Много лет назад в руках у рабочего-забойщика были кайло да лопата. Кайлом он отбивал уголь, лопатой грузил его в тачку или в вагонетку, которую тянула к стволу слепая от вечной темноты лошадь. Сейчас на угольных шахтах забойщик управляет врубовой машиной, горным комбайном, стругом и т. д.

Главная часть врубовой машины — бесконечная (в форме петли) цепь, на которой укреплены острые зубки из твердого сплава. Цепь приводится в движение электромотором, и ею, как пилой, «подрезают» угольный пласт.

Горный комбайн снабжен, кроме режущего уголь устройства, механизмом для погрузки угля на конвейер. Он одновременно разрезает угольный пласт, отбивает от него куски угля, измельчает их и грузит на конвейер.

А угольный струг — это нечто вроде огромного рубанка, которым, протягивая его на стальных цепях и канатах взад и вперед, строгают пласт угля.

Но существуют и такие шахты, где нет никаких комбайнов, никаких стругов и конвейеров. Уголь здесь рубят не резцами и зубьями стальных машин, а струей воды. Главная машина на такой шахте — гидромонитор, который похож на пушку с коротким стволом или на огромный пожарный брандспойт.

Вырываясь из ствола гидромонитора под давлением в десятки атмосфер, струя воды ударяет в пласт угля и отбивает от него куски разной величины. Потом поток воды подхватывает этот уголь и по желобам, проложенным в штреках гидрошахты вместо конвейеров, несет его из забоя. Если силы текущей по желобам воды оказывается недостаточно, чтобы нести весь уголь дальше, приходится ставить насосы и качать уголь вместе с водой уже по трубам. А возле ствола поток воды, перемешанный с углем, снова подхватывают мощные насосы и по трубам откачивают воду вместе с углем нагора́. Здесь вода с углем попадает в специальные бассейны — отстойники.

Когда весь уголь, даже самый мелкий, осядет на дно, воду из бассейнов выпускают или гонят по трубам опять в шахту, к гидромониторам. И вода снова проделывает весь свой рабочий путь — идет под напором в шахту, рвется из сопла гидромонитора, рубит уголь,

← Панорама горнорудного бассейна. Джезказган. ■

«везет» его из забоя... Кроме того, вода, находящаяся под большим давлением, крутит сверло, и ее силы хватает, чтобы бурить скважины в угле. Вода вращает вентиляторы, которые гонят свежий воздух в отдаленные забои. Вода вертит даже маленькую динамо-машину, дающую энергию для освещения штреков.

Уголь, добытый на гидрошахтах, получается дешевле — на таких шахтах меньше сложного оборудования, меньше машин, меньше тратится энергии.

Кроме полезного ископаемого, из шахты приходится везти на поверхность пустую породу, которая окружает в недрах земли полезное ископаемое. Из этой пустой породы и образуются высокие конусы—терриконы, по которым всегда легко издалека опознать шахту. Издалека виден и копер — башня над шахтным стволом, в которой расположена машина, поднимающая и опускающая клеть или скип.

На рудниках, в которых добывают железную, медную, никелевую и другие крепкие руды, в забоях не работают комбайны, струги, гидромониторы. В забои таких рудников первыми приходят бурильщики. Перфораторами или буровыми станками они сверлят в каменной стене отверстия. Затем в забой приходят взрывники. Они закладывают в скважины патроны с взрывчаткой. Потом все покидают забой. По проводам взрывник посылает электрический ток в запал. Взрыв — и часть стенки забоя превращается в раздробленные куски руды.

Угольный комбайн в забое.

После того как вентиляторы очистят воздух в забое от образовавшихся во время взрыва газов, туда въезжает погрузочная машина. Она грузит отбитую руду в вагонетки. Как только все вагонетки заполнятся рудой, электровоз мчит их по штреку к стволу.

В последние годы на рудниках работает все больше самоходных безрельсовых машин — буровые станки, экскаваторы и погрузочные машины, самоходные вагонетки, самосвалы. Горняк становится машинистом, который только управляет машиной, ухаживает за ней. Значительную часть шахтерского труда взяла на себя автоматика. Например, на Дегтярском медном руднике на Урале многие машины и механизмы работают без машиниста. На дверях зала, в котором находится подъемная машина, висит замок: машиниста нет, а механизм исправно выдает на-гора́ сверкающую блестками медного колчедана руду. Безо всяких машинистов работают громадные насосы, день и ночь откачивающие подземную воду, чтобы она не затопила рудник.

Всем этим сложным хозяйством управляет один человек — диспетчер. Перед ним пульт с множеством приборов и телевизионным экраном. Глядя на экран и на приборы, диспетчер всегда может определить, как работает тот или иной механизм. А если нужно — и вмешаться в его работу.

Ученые и инженеры проектируют сейчас шахты будущего, которые войдут в строй через пять—десять лет. На этих шахтах автоматика будет еще более полновластной хозяйкой, а людей под землей почти не будет.

Открытое небо над головой горняка

Есть и другой способ вывести горняка из-под земли — открытые разработки. И если в 1958 г. в СССР этим способом добывали менее половины железной руды, то в 1965 г.— больше двух третей. То же самое относится к медной, свинцовой, никелевой и многим другим рудам. Все шире развивается открытая добыча каменного, а особенно бурого угля, фосфоритов, серы и других полезных ископаемых. И нередко там, где вчера еще стали бы строить шахту, сегодня строят карьер. А это значит — полная безопасность и чистый воздух для шахтеров, применение в производстве самых могучих машин и самые дешевые руда и уголь.

Но дешевыми они будут, только если вопрос о том, что строить на новом месторождении —

На Джезказганском руднике под землей работают мощные машины. Экскаваторы грузят руду в грузовики-самосвалы, а те отвозят ее к стволу *(справа)*. Отсюда подъемники выдают ее на-гора́.

шахту или карьер, решен правильно. А для этого сперва надо подсчитать, сколько пустой, бесполезной земли нужно вынуть из недр, чтобы добыть один кубометр полезного ископаемого. Если два-три кубометра, то дело ясное: нужно строить карьер. Если 30—40 кубометров, то заведомо придется строить шахту. А вот если больше, чем два-три, и меньше, чем тридцать—сорок, то тут уж требуется точный расчет, окупит ли добытая в карьере руда расходы на пустую породу.

С каждым годом советские машиностроители выпускают все более могучую технику, которая делает все более дешевым строительство карьеров. И потому с каждым годом увеличивается число кубометров пустой породы, приходящееся на кубометр руды, при котором выгодней строить карьер, чем шахту. Рост техники помогает карьерам отвоевывать у шахт все новые и новые месторождения.

Но бывает и так, что на кубометр руды приходится всего два кубометра грунта, а карьер все-таки строить невыгодно. Так получается в том случае, когда богатый пласт полезного ископаемого залегает слишком глубоко, и, прежде чем удалось бы добраться до него, пришлось бы десятки лет строить карьер. Тут уж надо строить шахту.

Для строительства современного карьера, такого, например, как Лебединский на Курской магнитной аномалии, нужны самые высокопроизводительные землеройные машины, самый высокопроизводительный транспорт. Ведь чтобы добраться до рудной залежи не узким колодцем шахтного ствола, а широченным кратером карьера, нужно снять всю «крышку сундука», в который природа спрятала свое сокровище. А эта «крышка» на том же Лебединском месторождении КМА весила 32 млн. *т*!

Лебединский карьер помогли строить... корабли. Правда, не обычные корабли, а п л а в у ч и е з е м с н а р я д ы. Сначала в «крышке сундука» над залежью прекрасной железной руды экскаваторы выкопали большую яму—котлован. Когда котлован заполнили грунтовой водой (а подземной воды на КМА — целое море), туда спустили собранные прямо в степи земснаряды.

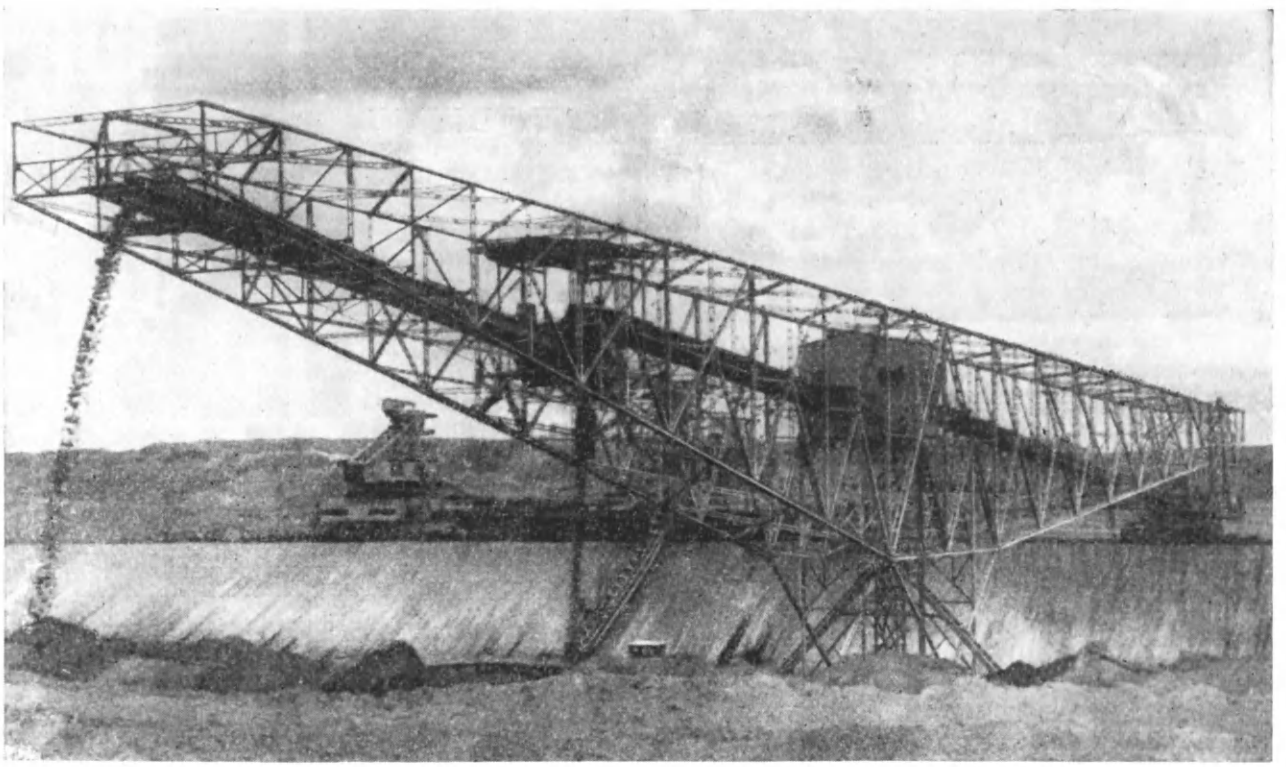
Плавучий земснаряд — это небольшой корабль с ажурной стрелой, как у подъемного крана. К стреле прикреплена тупоносая стальная фреза. Когда стрела опускается, фреза упирается в дно котлована и, вращаясь, разрушает это дно. Куски разрушенной породы вместе с водой затягиваются в воронку землесоса и мощными насосами по трубам выносятся из котлована далеко в степь. Три плавучих земснаряда помогли быстро снять «крышку» с лебединского клада, или, как говорят горняки, «вскрыть месторождение».

Но, как правило, карьеры строят с помощью э к с к а в а т о р о в и автомобилей-с а м о с в а л о в или электровозов с самоопрокидывающимися вагонами—д у м п к а р а м и. Экскаваторы постепенно срывают породу над залежью, а самосвалы или электровозы с думпкарами отвозят ее в сторону от будущего карьера и сбрасывают в отвал.

Если «крышка» состоит не из песка или глины, а из твердых пород, например крепкого известняка, то камень сначала взрывают.

Меньше людей, больше машин

Но вот карьер построен. Сейчас он напоминает гигантский стадион: огромные уступы суживающейся лестницей спускаются к его дну.



По транепортно-отвальному мосту порода ссыпается в отвал.

Теперь можно приступить к добыче полезного ископаемого.

Посмотрим, как идет работа на одном из новых криворожских карьеров — на Южном горно-обогатительном комбинате. Кстати, в Криворожском бассейне, где добывается чуть ли не половина всей железной руды в нашей стране, десять лет назад не было ни одного большого карьера. Почти всю руду добывали в рудниках. Сейчас здесь уже построено пять огромных карьеров и строятся еще два.

В 1965 г. на криворожских карьерах стали добывать столько же руды, сколько ее дают все подземные рудники этого бассейна, существующего уже почти столетие.

Если подойти к краю карьера и заглянуть вниз, то огромный кратер покажется совершенно безлюдным. Здесь действительно очень мало людей—значительно меньше, чем в руднике, хотя карьер дает руды много больше, чем самый большой рудник.

Люди управляют здесь гораздо более крупными и мощными машинами. Перфоратор, которым бурильщик под землей сверлит скважину, можно легко перенести из одного забоя в другой. А вот то, чем бурят скважину на Криворожском карьере, на плече не унесешь. Буровой станок СБО весит 35 *т*. С завода его привезли на железнодорожной платформе, а по карьеру он передвигается на гусеницах, как танк. Над гусеницами возвышается кабина и высокая ажурная мачта станка. СБО — это значит «станок буровой огнеструйный».

Вот машинист СБО по показаниям приборов проверяет на пульте давление кислорода, керосина и воды и включает станок. Прикрепленная к мачте станка реактивная горелка опускается к самой земле (точнее, к поверхности кварцитового уступа), из ее сопел с грохотом вырывается раскаленная багровая струя газов. Минута — и горелка входит в крепчайшую скалу, как нож в масло. Грохот превращается в еле пробивающийся из-под земли гул. Только по белому пару, клубящемуся над скважиной, видно, что станок работает.

На других уступах карьера буровых станков не видно. Они уже сделали там свое дело —

РОТОРНЫЙ ЭКСКАВАТОР В ОДНОМ ИЗ КАРЬЕРОВ КМА

пронизали скалу сетью скважин. Потом эти скважины заполнили взрывчаткой, руду взорвали. Там теперь работают экскаваторы. Огромным ковшом, в котором помещается сразу 10—12 *т*, экскаватор зачерпывает раздробленный кварцит и грузит в вагоны-думпкары стоящего рядом на железнодорожном пути состава. В каждом думпкаре помещается около 100 *т* руды. Могучий электровоз — примерно такой же, какие ходят по обычным железным дорогам,— с трудом трогает длинный состав с места.

Конечно, такие думпкары, такие электровозы, такие экскаваторы не идут ни в какое сравнение с шахтными вагонетками, шахтными электровозами, шахтными погрузочными машинами: они в десятки раз больше и в сотни раз мощнее.

При этом не надо забывать, что четырехкубовый карьерный экскаватор, о котором шла речь, отнюдь не самый крупный из работающих на советских рудниках. Карьеры Соколовско-Сарбайского месторождения в Казахстане вырыты шагающими экскаваторами с ковшом объемом 14 $м^3$.

А на Уралмашзаводе в Свердловске проектируют машины еще более гигантских размеров — с ковшами на 50 и 80 $м^3$. Не всякий вагон поднимет столько руды, сколько поместится в таких ковшах. Гиганты экскаваторы будут ссыпать выкопанный ими грунт прямо в отвал. А для того чтобы порода из отвала не помешала работе карьера, у шагающих экскаваторов имеется стрела длиной 75—100 *м*. На такое расстояние они могут отнести наполненный грунтом ковш. Стоит только посмотреть на шагающий экскаватор — и сразу становится понятным, почему карьер намного производительнее шахты. Невозможно даже представить себе такую махину под землей.

За последние годы все больше карьеров строят без железнодорожных путей. Вместо электровозов и думпкаров там работают автомашины. В этом есть свои преимущества. Ведь в отличие от завода на карьере (как и на шахте) рабочее место — забой — все время движется. Выкопают руду в одном месте и переходят в другое. Экскаватору или тем более автомобилю передвинуться на новое место — дело недолгое и достаточно простое. А переносить железнодорожные пути труднее.

Разумеется, для того чтобы работать в паре с карьерными экскаваторами, нужны очень большие автомобили. Чем больше ковш экскаватора, тем больше должен быть и кузов автомобиля, иначе экскаватор не сможет набирать полезное ископаемое полными ковшами. Сейчас на карьерах вместе с четырехкубовыми экскаваторами Уралмашзавода работают самосвалы-гиганты. В их стальные кузова можно нагружать по 25—27 *т*. Белорусский автомобильный завод, который специализировался на выпуске таких автомобилей, уже делает сорокатонные самосвалы и готовится к выпуску еще более крупных машин.

Непрерывное действие

Но, оказывается, машины, о которых сейчас шла речь,— и экскаваторы, и электровозы, и автосамосвалы — не самые совершенные из существующих. Автомобиль сначала стоит под погрузкой, потом едет с грузом, потом разгружается, потом порожняком возвращается к экскаватору. Полезная работа тут только поездка с грузом, а все остальное — потеря времени. У железнодорожного транспорта — то же самое, только при погрузке и разгрузке теряется времени еще больше. У экскаватора

БОГАТЫРЬ ИЗ МИНСКА

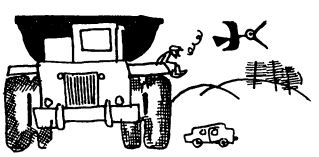
Рядом с этим богатырем даже 40-тонный самосвал выглядит недорослем. Приняв в кузов 65 *т* груза, он мчится по шоссе со скоростью 55 *км/час*.

Далеко и широко вокруг виден путь из кабины водителя. Громадная машина беспрекословно послушна каждому движению рук шофера. Навстречу богатырю бегут автомашины разных марок. И все они кажутся рядом с ним пигмеями. Создатели этого богатыря — минские автомобилестроители.

С грузом минский богатырь весит 104 *т*. Небывалый вес! Такая машина появилась в нашей стране впервые. Она оснащена гидромеханической трансмиссией и пневмогидравлической подвеской. Основой конструкции послужил 27-тонный самосвал. А мощность мотора такая же, как и у 40-тонного.

Обычно грузоподъемность самосвалов равна их собственному весу. А минский богатырь и в этом их перещеголял. Его грузоподъемность — 1 *т* на 600 *кг* собственного веса.

Богатырь из Минска «БелАз-5488» скоро появится на открытых разработках полезных ископаемых. Он заменит десятки менее мощных грузовых машин.



большая часть времени уходит на перенос ковша от забоя к думпкару или самосвалу, а на собственно копание — значительно меньше.

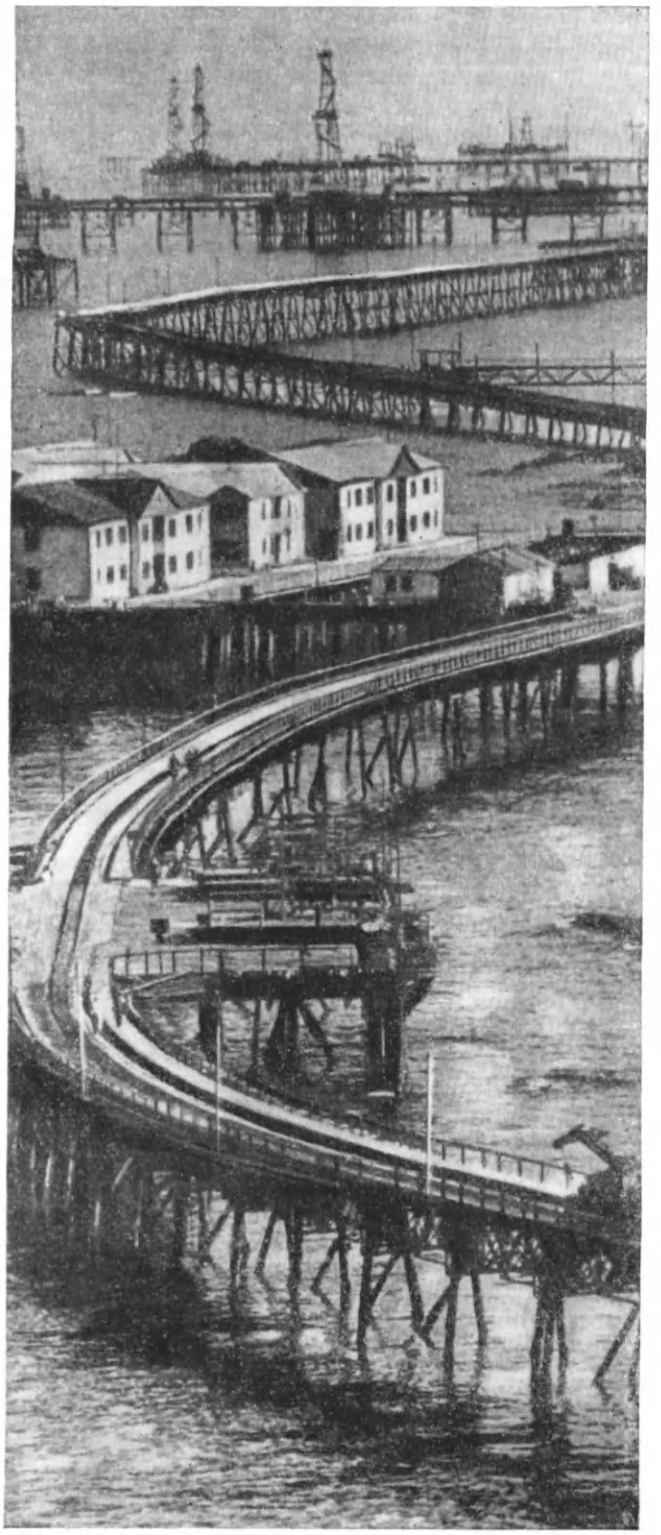
Для всех этих машин характерна работа с перерывами, они периодического действия. Но есть на карьерах и машины непрерывного действия. Самый мощный у нас в СССР комплекс машин непрерывного действия работает сейчас на строительстве большого карьера им. Шевченко на Украине, в районе г. Никополя. Карьер будет добывать марганцевую руду.

Главная машина комплекса — роторный экскаватор. Его назначение — копать песок и глину, под толщей которых скрыт марганцевый пласт, и грузить их на транспорт. Но делает это роторный экскаватор совсем не так, как обычные экскаваторы. На конце его ажурной стальной фермы насажен ротор — колесо, по окружности которого прикреплен десяток ковшей-черпаков. Когда колесо вращается, ковши один за другим зачерпывают песок или глину и высыпают их на непрерывно движущуюся по ферме ленту конвейера. Непрерывный поток грунта мчится вместе с лентой прочь от роторного колеса, высыпается на следующий конвейер. Он расположен на ферме другой машины комплекса. Она называется транспортно-отвальным мостом и в самом деле похожа на мост. Только он переброшен не через воду, а через сушу. Этот конвейер переносит грунт через весь карьер и ссыпает в отвал.

За один час роторный экскаватор выкапывает и грузит на конвейер 3000 $м^3$ грунта — больше, чем тысяча землекопов за целый день. Больше, чем десять четырехкубовых экскаваторов.

Здесь нет ни порожних рейсов, ни потерь времени на погрузку и разгрузку. Людей на таком комплексе машин еще меньше, чем в любом карьере. Здесь люди нужны лишь для того, чтобы следить по приборам за правильностью работы машин, за их исправностью, заменять изношенные детали и аппараты. Здесь очень много автоматики.

Машины непрерывного действия работают пока только на сравнительно мягких породах. Роторные экскаваторы не приспособлены для погрузки твердого камня. Но уже разработаны первые проекты карьерных погрузочных машин непрерывного действия для скальных пород. Увеличивается и мощность этих машин. Советские машиностроители проектируют роторные экскаваторы производительностью 8 и 12 тыс. $м^3/час$.

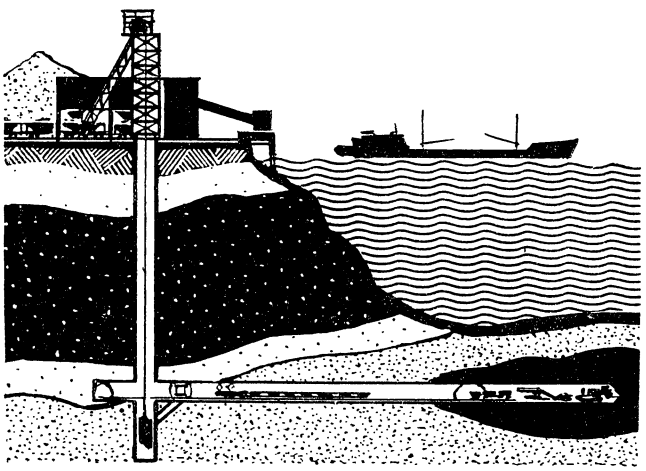


Нефтяные вышки уходят все дальше в Каспийское море.

СО ДНА МОРСКОГО

Далеко в море ушли вышки нефтяного Баку. Под Каспием на глубине нескольких километров геологи обнаружили еще одно море — нефтяное. Чтобы добраться до него, пришлось сооружать искусственные острова. Буровые мастера, привыкшие к борьбе с неподатливыми недрами земли, встретились здесь с новой стихией — морской. И победили ее.

В некоторых странах неподалеку от берегов под морским дном также обнаруживали полезные ископаемые. В Англии, например, многие угольные шахты, стволы которых расположены на суше, протянули свои штреки далеко в море. На о-ве Ньюфаундленд (Канада) есть большой рудник Вобана, в котором из-под океанского дна добывают железную руду. Наверху бороздят Атлантику корабли, а под ними электровозы тянут вагонетки с рудой...



Шахту для добычи угля из-под морского дна строят на берегу. Ствол прокладывают до тех пор, пока он не опустится ниже уровня дна. Затем прокладывают штрек к рудному телу или угольному пласту—и можно начинать добычу.

Нефтяные, угольные и железорудные месторождения, о которых идет речь, — это, по существу, продолжения обычных материковых месторождений. А что делается под «настоящим» глубоким океанским дном, пока еще неизвестно. Люди только начинают разгадывать загадки земли, упрятанные природой под воду. Но и то, что уже известно о богатствах океана, поражает воображение. Огромные площади океанского дна покрыты сплошным слоем железомарганцевых руд с примесями многих других металлов. Кобальта в этих рудах в тысячу раз больше, чем в известных месторождениях материков. А марганца там десятки миллиардов тонн.

Человек не может оставить такое богатство на дне морском. И хотя сейчас еще преждевременно писать о конкретных способах добычи полезных ископаемых со дна и из-под дна океана, одно совершенно ясно: в недалеком будущем рядом с нефтяными и газовыми скважинами, с шахтами и карьерами станут в строй их разнообразные океанские собратья.

■

КАК ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ СТАНОВЯТСЯ «ЕЩЕ БОЛЕЕ ПОЛЕЗНЫМИ»

Не так уж часто добытое из земных недр ископаемое можно сразу пускать в дело. Прежде чем выданный на-гора́ каменный уголь пойдет в топку, его надо освободить от примесей глины, известняка, песка. Да и почти все твердые полезные ископаемые прежде всего подвергают операции, которая называется о б о г а щ е н и е м.

В Криворожском карьере, о котором было рассказано выше, добывается железистый кварцит. Железа в нем не больше 45%, а остальное — в основном кварц. Поэтому электровоз тянет думпкары, наполненные в карьере кварцитом, не на металлургический завод, а на обогатительную фабрику.

Сразу после того, как думпкар опрокидывает свой кузов над зияющей ямой приемного бункера фабрики, руда первым делом попадает в громадную стальную башню, покрытую изнутри толстой броней. В башне ходит стальной конус, который, прижимая кварцит к броневым плитам стенок, раскалывает каменные глыбы, словно орехи. Эта стальная башня называется к о н у с н о й д р о б и л к о й. В нее поступают куски камня размером иногда метра полтора, а выходит крупный щебень. Щебень попа-

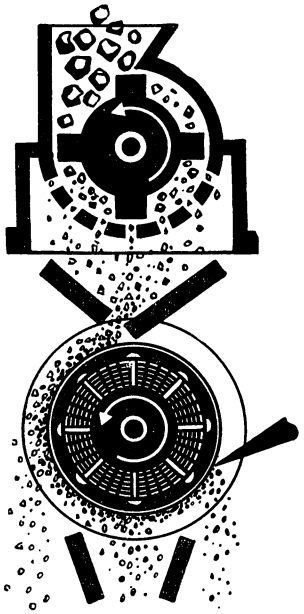


Схема магнитного способа обогащения руд. Сначала руду дробят, а потом сортируют на магнитном сепараторе. Пустая порода сразу ссыпается. Полумагнитная сначала прилипает к барабану, а потом под действием центробежной силы отбрасывается и попадает в бункер. Магнитная же порода остается на барабане, с которого ее очищают специальные устройства.

дает в следующую дробилку — поменьше. Из нее конвейер выносит мелкую щебенку и снова высыпает ее в дробилку, на этот раз последнюю. Там получается кварцитная «крупа».

Из дробильного цеха кварцитную «крупу» направляют в измельчительный. Там крутятся огромные мельницы — цилиндры, наполненные стальными или чугунными шарами, похожими на ядра старинных пушек. Эти шары истирают кварцитную «крупу» в порошок. Получается каменная «мука». В этой темной «муке» одни частицы — кварцитные, а другие — из магнитного железняка. Теперь остается отделить их друг от друга.

Эту работу делает машина, снабженная специальными магнитами. Поток воды, смешанный с мукой из железистого кварцита, проходит между магнитами, и они, притягивая к себе пылинки магнитного железняка, направляют их в одну сторону, а частицы немагнитного кварца уходят в другую. Машина эта называется магнитным сепаратором. Пройдя магнитный сепаратор, каменная «мука» разделяется на два сорта — в одном очень много пустой породы и очень мало железа, зато в другом, наоборот, очень много железа и очень мало кварца. Этот богатый металлом продукт называется железным концентратом. Он на две трети состоит из чистого железа.

Но на этом превращения руды на комбинате не кончаются. Для того чтобы при плавке сквозь концентрат хорошо проходил кислород, порошок надо снова превратить в куски. Этот процесс так и называется — окускование. Есть разные способы окускования концентратов, но все они сводятся к тому, что мельчайшие частицы спекают. Для этого железный концентрат смешивают с коксом и известняком и сильно нагревают. Так из концентрата получают агломерат — жесткие дырчатые куски «корма» для доменных печей.

Теперь можно пустить руду в плавку. Но о том, как это делается, вы прочитаете в статьях раздела «Как получают и обрабатывают металлы».

■

ДОБЫЧА И ОБОГАЩЕНИЕ РУД ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Цветными металлами занято большинство клеток менделеевской таблицы — три четверти. Правда, на их долю приходится только одна пятая вещества земной коры, но и это, впрочем, означает миллиарды миллиардов тонн. Однако человека в первую очередь интересуют доступные сокровища. Всего лишь одну тысячную процента земной коры по весу составляют скопления сульфидных руд, в которых металлы соединены с серой. А это и есть главные поставщики большинства цветных металлов. Но не всех. Алюминий скрывается в бокситах и в некоторых других горных породах. Торий предпочитает обычно так называемые монацитовые пески...

Месторождения бывают всякими. Иногда это самая обычная на вид гора. В Армении именно так выглядят залежи алюминиевого сырья — нефелиновых сиенитов. Иногда месторождение — это толстый, длинный и широкий массив, пласт руды, например медной, как в Джезказгане (Казахстан). А в рудоносных породах Алтая, как в огромном плоде граната, на глубине от нескольких метров до сотен и даже тысяч метров щедро посажены драгоценные зерна, отделенные прослойками пустой породы. В каждом из них — тысячи тонн полиметаллической руды, в которой и серебро, и свинец, и цинк, и многое другое.

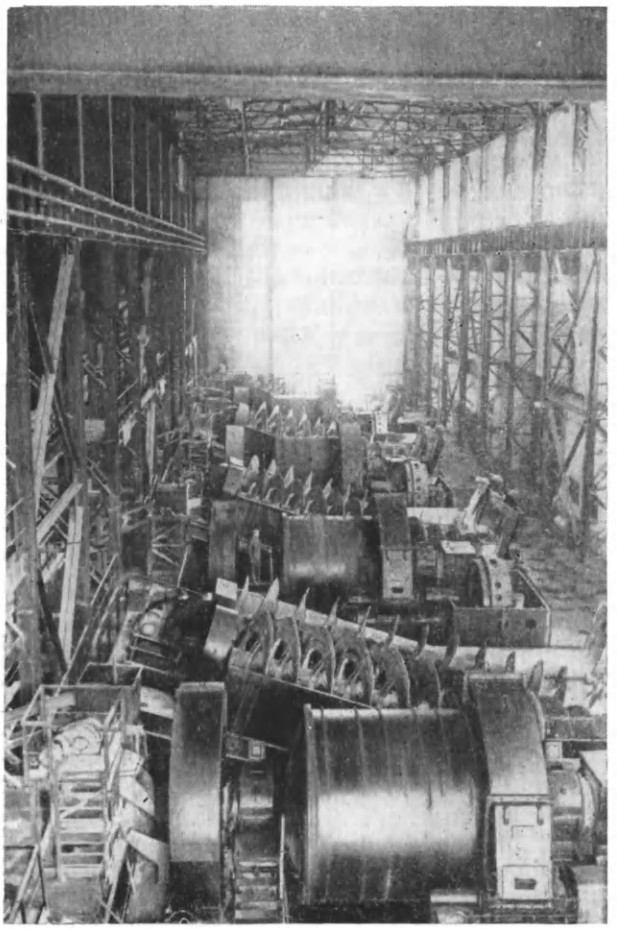
Золото, вольфрам, торий, редкоземельные металлы часто прячутся в песках. А есть среди цветных металлов и такие, о залежах которых вообще нельзя говорить. Вот, например, рений, один из самых стойких в химическом отношении элементов. У него нет «своей» руды. Приходится получать его из отходов молибденового производства. А германий считают выгодным добывать из... золы тепловых электростанций. Этот сверхрассеянный металл был когда-то собран из почвы растениями, превратившимися потом в каменный уголь.

Каждый вид залежи разрабатывают по-своему. С горой дело решается просто: взрывай камень да увози на переработку. Но чаще всего руды прячутся за щитом пустой породы. Приходится этот щит разбивать, конечно, если он не слишком толст. Это открытый способ разработки месторождений. Часто щит разбивают мощными взрывами. Обломки после взрыва убирают экскаваторы, транспортеры, автомашины, электровозы — в зависимости от условий разработки. А иногда и с уборкой справляется тот же взрыв — когда его удается сделать направленным. Тогда он не только разрыхляет породу, но и выкидывает ее в заранее назначенное место. Порой, когда породы на пути к сокровищам мягкие, наоборот, экскаваторы сами вгрызаются в щит, а затем убирают пустую породу.

Совсем по-другому добывают металлы из песков. Возьмем, к примеру, золотоносные пески. Они лежат, как правило, в руслах рек. Поэтому за золотом отправляют «в плавание» своеобразные корабли — д р а г и, захватывающие со дна драгоценные пески черпаками вместимостью в двести—триста с лишним литров. Для того чтобы запустить драгу, иногда специально строят плотины, повышающие уровень воды в районе разработки россыпи. Драга — сложное сооружение, плавающее на большом понтоне. На носу у нее установлены черпаки, захватывающие песок, на корме — конвейер, по которому песок после промывки перебрасывается «за борт», в отвал. Иногда выгодно использовать сплошную струю воды непосредственно в россыпи. В этом случае струя воды захватывает порцию ценных песков, переносит ее к месту переработки и промывает пески на специальных промывных устройствах.

Нельзя не сказать еще об одном способе добычи цветных металлов — из воды. Легчайший металл литий, например, добывают из озерной воды, в которой растворены его соединения. На Дегтярском руднике на Урале медь добывают из грунтовых вод. Раствориться в воде ей помогли триллионы бактерий, окисливших нерастворимые соединения меди с серой в растворимую сернокислую медь — медный купорос. Грунтовые воды, проходя через месторождение,

На прииске в Якутии. Работает драга—агрегат для добычи золота.



Измельчительный цех Каджаранского медно-молибденового комбината (Армянская ССР).

растворяют медный купорос и уносят его на поверхность. Теперь надо только заменить в растворе медь на железо и выделить чистую медь.

Словом, немало на свете способов добычи руд цветных металлов. Однако многие руды сразу не отправишь в плавильные печи. Сначала они должны пройти процесс обогащения на специальных фабриках.

С обогащением железной руды вы уже познакомились. Начало процесса обогащения руд цветных металлов такое же: прежде всего их надо раздробить на куски и размолоть. Но дальше приходится поступать по-другому: медь не притягивается магнитом. Наиболее распространенный способ обогащения цветных металлов — ф л о т а ц и я.

Хотите узнать, что это такое? Бросьте в стакан с водой виноградину. Удельный вес виноградины больше удельного веса воды, поэтому она сначала утонет. Но вскоре всплывет вся покрытая мелкими пузырьками газа, превратившимися в «поплавки». На этом же свойстве основана и работа флотационной машины, так как пузырьки газа прилипают и к зернам многих ценных минералов. В специальных чанах через смесь руды с водой, в которую добавлены особые вещества — пенообразователи, прогоняют воздух. Образуется огромное количество пены. Она делает плавучими тяжелые серебро, медь, свинец и оставляет на дне более легкие, но «не умеющие» плавать примеси.

Любой метод о б о г а щ е н и я основан на использовании каких-то свойств, которыми обладает руда и не обладает пустая порода. В струе воды или более тяжелой жидкости частицы разделяются по весу. Обогатители научились отделять руду цветных металлов от пустой породы по разнице в способности сохранять э л е к т р о с т а т и ч е с к и й заряд, по различию в форме частиц, в к о э ф ф и ц и е н т е т р е н и я их при движении и т. д.

Теперь, после того как мы обогатили руду, ее можно отправить на выплавку. О том, как это делается, какими способами металлурги получают сейчас цветные металлы, вы узнаете, прочитав статью «Получение цветных металлов».

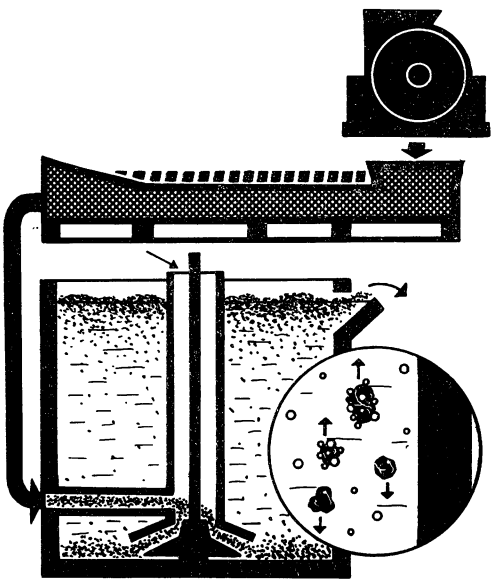


Схема флотационного способа обогащения руды. Измельченную руду в классификаторе смешивают с водой. Специальные вещества способствуют прилипанию к частицам пузырьков воздуха. Пена, содержащая пузырьки и частицы руды, всплывает, ее обезвоживают и получают концентрат.

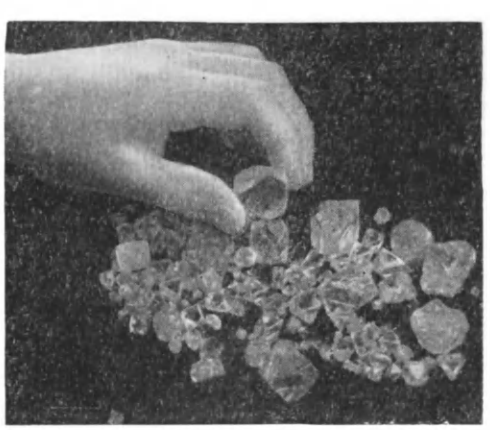
ОТКУДА БЕРУТСЯ АЛМАЗЫ

Одно из самых замечательных полезных ископаемых — алмазы.

Алмазы известны с глубокой древности. Уже тысячи лет назад они привлекали внимание людей своей красотой. Короны и скипетры царей были украшены сверкающими бриллиантами — гранеными алмазами. Но с конца XIX в. алмазы стали ценить уже не только за их красоту, но и за твердость. Был изобретен алмазный бур — и оказалось, что он бурит твердый камень много быстрее любого другого бура. Появились шлифовальные круги с алмазной крошкой — и оказалось, что они шлифуют неподатливые металлы лучше любых других шлифовальных кругов. Были созданы алмазные резцы — непревзойденный инструмент для обработки сверхтвердых сплавов. Из драгоценной безделушки алмаз превратился в важнейший и притом незаменимый материал для промышленности. Для технических надобностей широко используются такие алмазы, которые непригодны для ювелирных изделий — мелкие, не очень чистые и т. д.

Алмазы родились глубоко под землей, когда раскаленная магма прорывала земную кору, образуя в ней своеобразные трубы, похожие на жерла вулканов. Эти жерла (геологи называют их трубками взрыва) бывают заполнены глиной голубоватого цвета. По имени Кимберли — места в Южной Африке, где ее впервые обнаружили, голубоватую глину назвали кимберлитом. Именно здесь прячутся драгоценные кристаллы, образовавшиеся при застывании расплавленной магмы в толще богатых углеродом пород.

Долгое время алмазоносные трубки были известны только в Южной Африке — здесь кимберлит выходил прямо на поверхность. А во всех других местах — в Бразилии, Индонезии, Австралии, у нас на Урале — алмазы находили только по берегам рек, в каменных россыпях. Вода унесла алмазы далеко от того места, где они когда-то находились, и разбросала вдоль русла рек. Лишь почти через сто лет после открытия алмазов в Южной Африке удалось найти новые алмазные трубки — в краю, который меньше всего похож на южноафриканские степи, — в Якутии.



Якутские алмазы.

Алмазоносную глину добывают здесь открытым способом — экскаваторами и бульдозерами. Россыпные месторождения алмазов в руслах рек можно разрабатывать с помощью драг, как и золотые россыпи.

Чтобы извлечь алмазы из глинистой породы, ее пропускают через дробилки с упругими подшипниками — их валки размалывают глину, но не могут повредить твердого алмаза. Измельченную глину промывают водой: куски, в которых прячутся алмазы, будучи более тяжелыми, опускаются на дно. Для того чтобы отделить алмазы от оставшейся молотой глины, ее подсушивают, а затем пропускают через вибрирующие столы, смазанные вазелином. Пустая порода скатывается, алмазы прилипают.

Алмазы, добытые во всем мире за целый год, можно увезти на одной пятитонке. Но значение их для техники огромно. Американские экономисты считают, например, что если бы Соединенные Штаты внезапно лишились алмазов, которые они получают из Африки, то их промышленная мощь сразу же снизилась бы наполовину.

А между тем драгоценный алмаз — это всего-навсего углерод. С точки зрения химика, чистый уголь, графит и алмаз — одно и то же. Вся разница только в том, что атомы углерода сложены в них по-разному. То, что алмаз — чистый углерод и ничего больше, известно уже полтораста лет. Но «складывать» атомы углерода в кристаллы алмаза люди научились лишь совсем недавно. Надо было искусственно воссоздать условия, при которых алмазы образовались в недрах земли. А для этого понадобилось нагреть углерод до нескольких тысяч градусов и сжать под давлением в несколько сот тысяч атмосфер. Несколько лет назад ученым в нашей стране и за рубежом удалось сконструировать специальные устройства, в которых можно создавать такие условия. Искусственные алмазы по своей твердости ничуть не уступают естественным.

* * *

В последней статье этого раздела мы расскажем о заготовке древесины. Разумеется, лес — это не ископаемое сырье. Однако древесина наряду с нефтью и углем, железной рудой и сланцами, газом и боксптамп играет огромную роль в различных отраслях хозяйства. Лес — важное сырье химической промышленности, без древесины не обходятся строительство, бумагоделательные, мебельные и многие другие предприятия.

ТЕХНИКА ПОМОГАЕТ РУБИТЬ ЛЕС И ЗАГОТОВЛЯТЬ ДРЕВЕСИНУ

Ручная пила да топор, да еще лошадка, впряженная в сани,— вот и вся «техника» лесоруба в недалеком прошлом. Непрерывная цепь машин и механизмов, сопровождающих дерево от пня в лесу до фанерного, вискозного, бумажного, химического комбината,— такова лесная техника сегодня.

Давайте проследим весь путь дерева — от леса до предприятия, где оно поступает на переработку.

Лесоруб приходит к дереву вооруженный бензомоторной пилой. Три лошадиные силы, скрытые в бензиновом моторчике пилы, приводят в движение бесконечную цепь с крепкими зубьями, которые быстро подпиливают дерево. Затем в пропил вставляют металлический клин. Тот же мотор пилы раздвигает боковые стороны клина и валит дерево. За дело берутся лебедки. Канаты захватывают деревья, втаскивают их на специальные трелевочные тракторы, которые вывозят деревья из чащи леса к узкоколейным лесовозным дорогам.

Но не слишком ли это долгий и сложный путь? Нельзя ли соорудить универсальную машину, способную выполнять сразу несколько рабочих операций? Конечно, можно. Советские конструкторы уже создали машины такого типа. Это валочно-погрузочные комбайны. Они сейчас применяются все шире и шире.

Внешне лесной комбайн похож на мощный экскаватор. Только у экскаватора на стреле подвешен ковш, а здесь — мощный захват, который своими челюстями зажимает дерево на любой высоте, где удобнее. В нижней части комбайна — пила. Спиленное дерево не падает на землю, его цепко держит захват. Мощная «рука» комбайна переносит дерево и мягко укладывает его на автоприцеп.

Теперь надо позаботиться о вывозке срубленных деревьев из лесу. И в первую очередь следует проложить дороги. Старинная пословица недаром говорит: не конь везет, а дорога. Поэтому прокладывают тысячи километров лесовозных дорог, строят мосты и насыпи, узкоко-

Трелевочные тракторы вывозят деревья из чащи леса к железным дорогам.

Так на лесных складах переносят стволы. Эта машина называется манипулятором, а приспособление для переноски стволов—челюстным захватом.

лейные железные дороги, выстилают путь бревнами, кладут бетонные плиты или утрамбовывают снег и намораживают слой льда, готовя ледяные дороги. Все это люди делают, конечно, с помощью машин — автомобильных подъемных кранов, бульдозеров, тракторов, специальных машин, трамбующих и замораживающих снег, и т. д.

Следующий этап — первичная обработка срубленных стволов. С них надо снять сучья, ветки, кору, распилить. Делают это на участке, где дерево спилено, или на специальных лесных складах. Ясно, что на складах эти операции сделать легче, удобнее и дешевле. Ведь здесь можно установить более мощные, стационарные машины, подвести электроэнергию. На участках могут работать только переносные бензомоторные сучкорезки, а на складах — мощные сучкорезные станки и автоматические пилы. Окорочные станки «раздевают» здесь дерево, снимают с него кору. Именно снимают — металлические кулачки с силой прижимаются к бревну и сдвигают, стаскивают, сдирают шершавый покров деревьев.

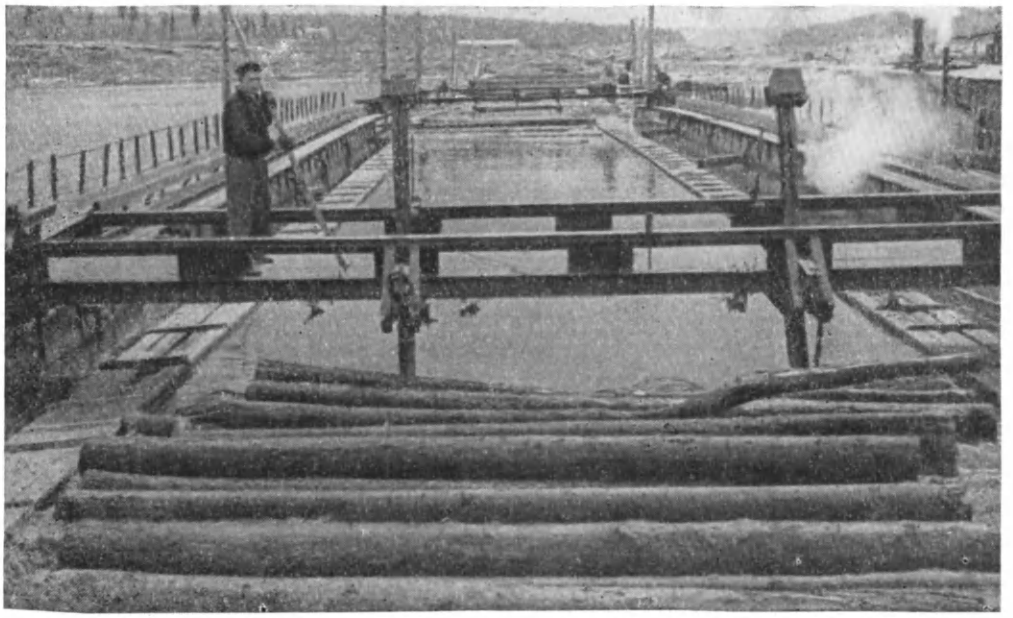
В лесу обычно всегда оставалось громадное количество «отходов»: сучья, вершины, обрезки бревен, опилки, хвоя. В нашей стране с огромным лесным хозяйством одних только сучьев собирали в кучи и сжигали десятки миллионов кубометров. Это, конечно, очень невыгодно. Пропадало ценнейшее сырье, необходимое химическим заводам, бумагоделательным комбинатам, предприятиям строительной индустрии и т. д. Теперь на тех складах, куда деревья привозят целиком, с кроной, такие «отходы» собирают полностью.

Отсюда их отправляют на различные предприятия, где из них делают витаминную хвойную муку и лечебные хвойные пасты, древесный спирт, древесностружечные плиты для строительства и многое другое. А некоторые лесные склады сами частично перерабатывают отходы. Для этого здесь устанавливают прессы, из которых выходят плотные строительные плиты, мельницы для размола сухой хвои, всевозможные дробилки и сушилки для щепок, стружки и коры.

Однако потери древесины при добыче и заготовке леса еще велики. Ученым, инженерам, конструкторам предстоит очень многое сделать в этой области: придумать и построить новые машины, более рационально организовать весь производственный процесс.

Но вернемся к рассказу о странствиях срубленного дерева. Итак, его спилили, очистили и вывезли из лесу. Что же с ним происходит дальше?

Дальнейший путь лесного богатства проходит главным образом по рекам и озерам. В трюмах речных и озерных судов перевозят древесину только наиболее ценных пород, а также готовые шпалы и доски. Большую часть древесины сплавляют по рекам в больших плотах — до полукилометра длиной. Такой плот — это многие тысячи кубических метров. Трудно вручную «построить» эту плавучую громадину, связать бревна проволокой в пучки, а затем соединить отдельные пучки металлическими канатами. Сейчас все больше эта работа поручается ма-



Большую часть древесины сплавляют по рекам в плотах до полукилометра длиной. Такие плавучие громадины теперь формируют с помощью машины, которую вы видите на фотографии.

шинам. Очень хорошо, например, выполняет ее плавучий сортировочно-сплоточный агрегат. Это замечательное устройство работает автоматически, фотоэлементы измеряют длину бревен — они могут быть от 4 до 6,5 *м* и более. Нажатием кнопки рабочий отправляет бревно к одному из транспортеров агрегата. Как только в конце транспортера накопится достаточное количество бревен, включаются лебедки и механизмы, которые сжимают пучок бревен, обвязывают его проволокой, обрубают проволоку и выталкивают пучок к месту сборки плота.

И вот, наконец, лес плывет по реке. Но машины продолжают помогать человеку и здесь. Буксиры тянут плот. Плавучие землесосы углубляют дно, срезают отмели, копают небольшие каналы, спрямляют русла рек и подготавливают лесу прямую дорогу. Плавучие подъемные краны, вооруженные клыками-захватами, подымают затонувшие бревна, освобождая мелкие места и конечные пункты сплава от «топляков» — лежащих на дне бревен. Гидравлические ускорители — трехлопастные винты, вращаемые электромоторами, — создают искусственное ускоренное течение, подгоняя бревна там, где их сортируют, соединяют в плоты или выгружают. А на берегу к машинам фабрик и комбинатов, которые будут перерабатывать древесину, лес понесут плавучие и наземные подъемные краны и бревнотаски — бесконечные тросы со скребками-захватами.

И вот, наконец, наступает последняя операция, на которой дерево оканчивает свою жизнь, превращаясь в пиломатериалы.

«Блестящий диск пилы выбрасывал фейерверк желтых опилок». Такая или почти такая фраза очень часто «украшает» рассказы и очерки о лесозаготовках и деревообработке. Но цифры докладывают: ежегодно миллионы кубометров отличной древесины превращаются в прах и дым. Разумеется, опилки не только сжигают. Мебельщики набивают прессованными опилками многослойные стенки и крышки шкафов, столов, диванов. Опилки смешивают с бетоном и полимерами, получая строительный материал. Из них делают глюкозу, спирт, дрожжи.

И все же пусть их будет поменьше. Но можно ли пилить без опилок? Ответ напрашивается сам собой — надо пилить пилой без зубьев. Тем более, что «беззубая пила» хорошо освоена человечеством — это обыкновенный нож или ножницы. Инженеры попытались сделать «древесные» ножницы — стальные заостренные клинья, сжимаемые с помощью специальных гидроцилиндров. Это делается так: тракторный двигатель приводит в действие насос, который качает жидкость в гидроцилиндр, жидкость давит в цилиндре на поршень, поршень ползет

вперед, и клин перерезает дерево. «Тракторные ножницы» уже работают, но они очень громоздки, и соревнование с ними пока, безусловно, выигрывает легкая и проворная пила.

Пытаются резать древесину и ножами. Но не простыми, а вибрирующими. Электрические вибраторы делают 10 тыс. колебаний в минуту и заставляют дрожать мелкой дрожью нож. Вибрирующий нож передней кромкой лезвия режет брусок, и одновременно боковые стороны ножа уплотняют древесину. Место разреза получается чистым, гладким, опилок нет. Такой нож хорошо режет дощечки толщиной до двух сантиметров, но перед бревнами и досками он бессилен.

В роли пилы способна выступить и струя воды! Сжатая в компрессоре давлением в несколько тысяч атмосфер, она вылетает из крохотного отверстия «водяной пушки» с такой силой, что ее тончайшая серебристая струйка легко, словно бритва бумагу, перерезает ствол дерева.

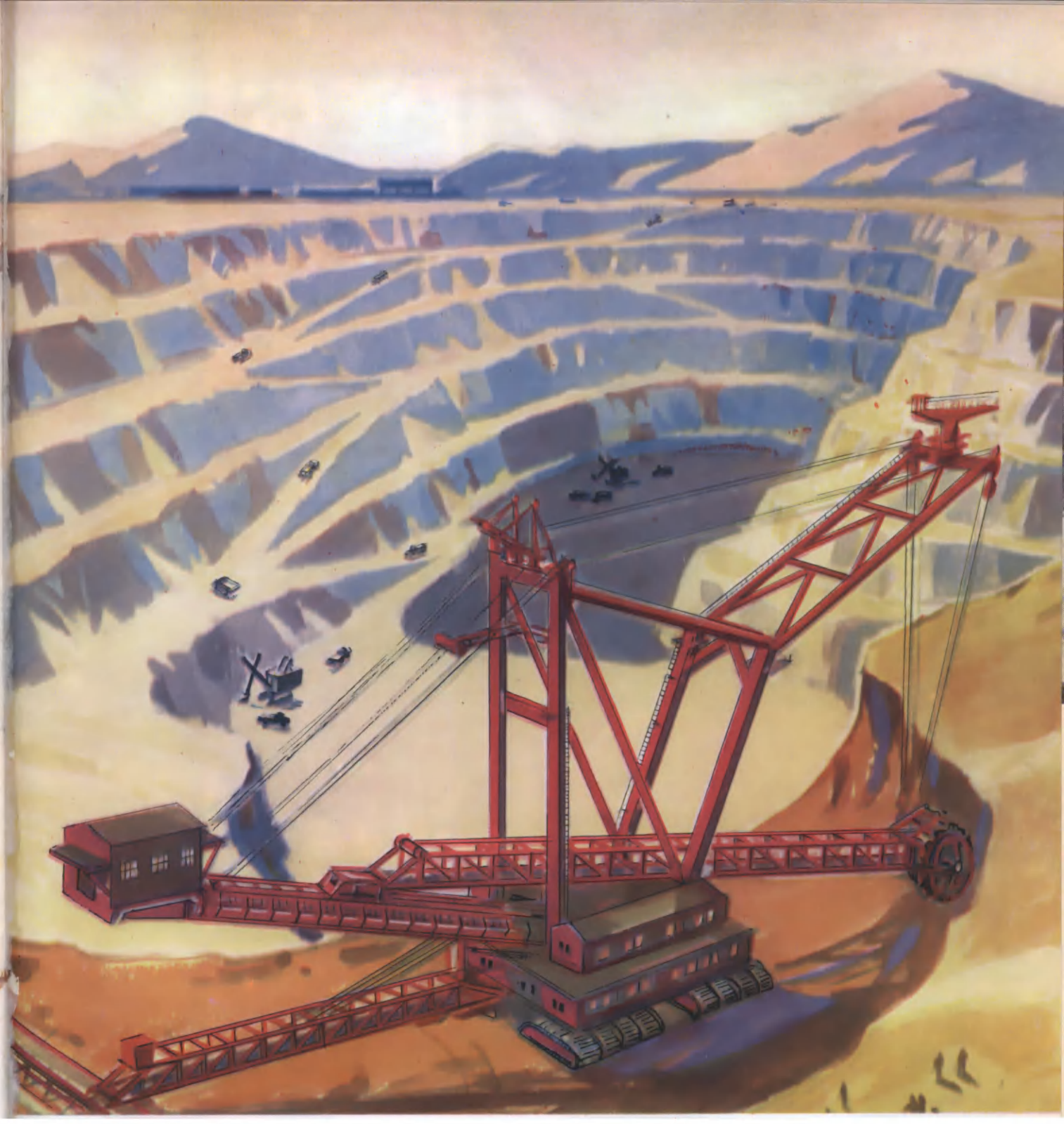
Пока все эти способы испытываются лишь на опытных установках. Но ученые и конструкторы продолжают работать, ищут новые методы и пути. И несомненно, скоро получат путевку в жизнь новые, более экономичные лесопильные машины и механизмы.

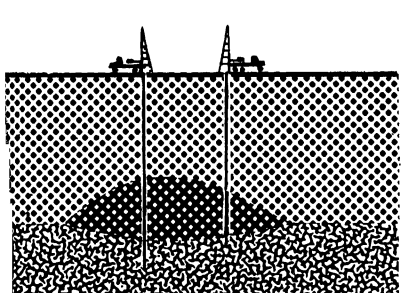
Вот деревья и закончили свое механизированное путешествие. Дальше путь их лежит на заводы и фабрики, где умелые руки людей, вооруженные замечательной техникой, превратят древесину в бумагу и искусственное волокно, в уксусную кислоту и пластмассу, в мебель, паркет и двери для новых домов и во многое, многое другое. А на те участки, где лесорубы срубили ели и сосны, пихты и кедры, березы и лиственницы, приходят специалисты-лесоводы. Они высаживают здесь молодые деревца и бдительно охраняют их, пока те не превратятся в могучих многометровых великанов. Это необходимо не только для того, чтобы источник древесины не иссякал. Ведь лес — это и хороший климат, и чистый воздух, и полноводные реки, и драгоценная пушнина, и различная дичь. Об этой стороне жизни леса и о том, как надо охранять нашего «зеленого друга», вы узнаете из статей «В лиственном лесу», «Растительный мир тайги», «Охрана леса и насаждений», «В защиту зеленого друга», помещенных в т. 4 ДЭ.

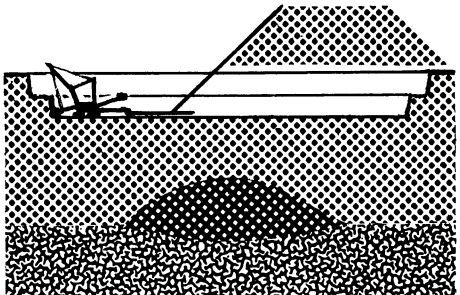
■

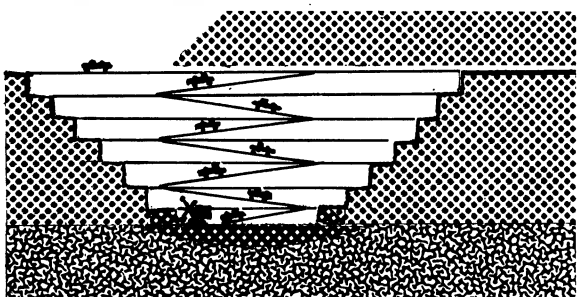
На открытой разработке (в карьере). *Вниз*: схемы этапов открытой разработки—разведка, вскрытие пласта и добыча полезного ископаемого.

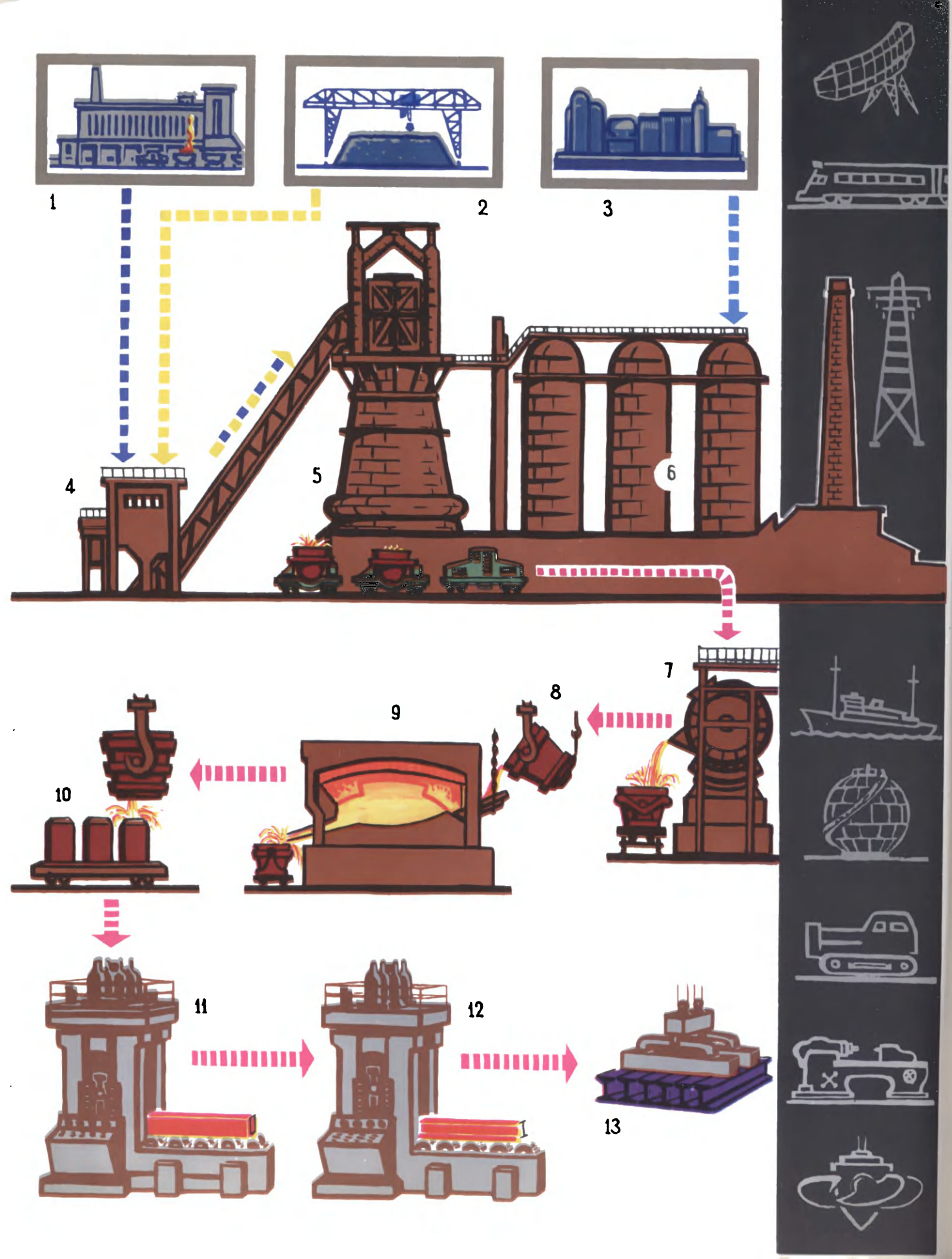
На обороте: общая схема металлургического цикла: *1* — коксовые печи; *2* — штабеля руды и грейферный кран; *3* — воздуходувка; *4* — скиповая яма и наклонный мост доменной печи; *5* — доменная печь; *6* — воздухонагреватели (кауперы); *7* — миксер; *8* — ковш для заливки чугуна; *9* — мартеновская печь; *10* — разливка стали в изложницы; *11* — обжимной стан (блюминг); *12* — рельсобалочный стан; *13* — готовый прокат.

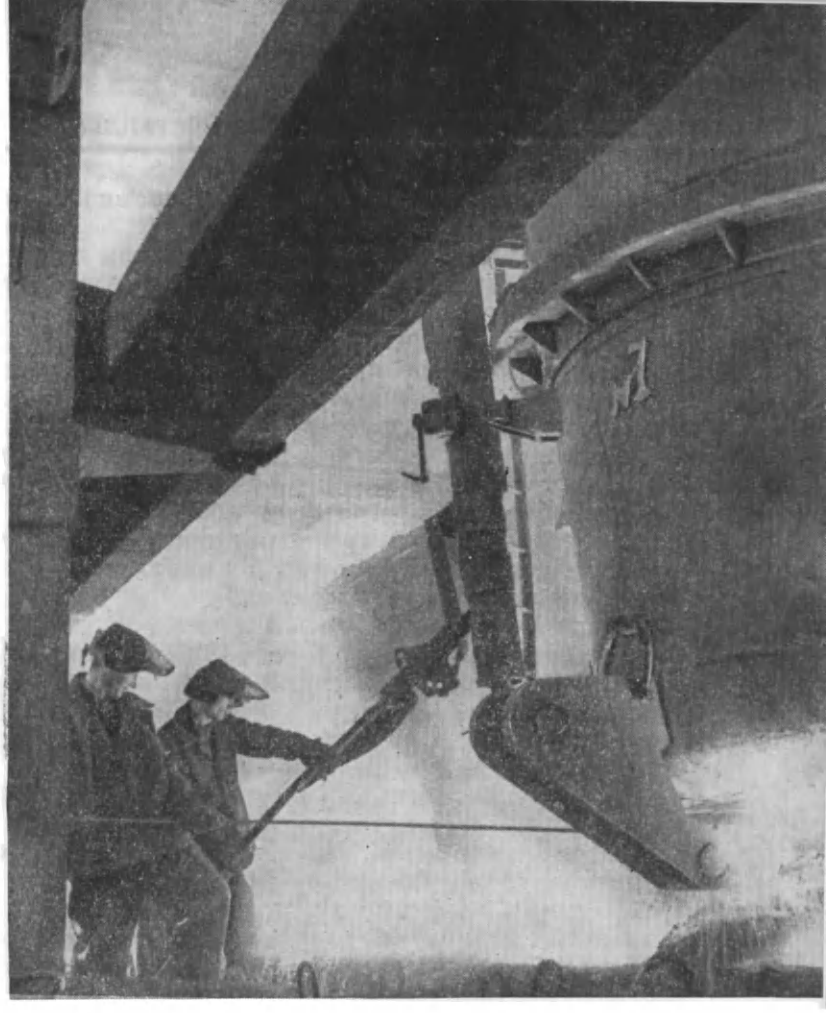









1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13



КАК ПОЛУЧАЮТ И ОБРАБАТЫВАЮТ МЕТАЛЛЫ

НЕПРЕРЫВНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ МЕТАЛЛА

Удивительные изменения испытывает металл, пока он превратится из руды в чугун, сталь, медь, алюминий, а затем воплотится в машину, засверкает блеском на крыльях комфортабельных автомобилей, чудесных пассажирских лайнеров.

Преобразование металла от руды до детали — процесс сложный и длительный. Максимально сократить его, ускорить путь к получению готовой машины — вот задача, которую решают советские ученые. Видная роль в этом принадлежит металлургии, и в частности современной прокатной технике, над созданием которой трудится коллектив Всесоюзного научно-исследовательского института металлургического машиностроения.

В прокатку поступают громадные металлические слитки весом в десятки тонн, полученные после выплавки в доменных и мартеновских печах. На одних прокатных станах из этих слитков получают квадратные заготовки — блюмы и плоские — слябы, на других из блюма делают круглые заготовки, из сляба — листы, на третьих — рельсы, ленту, трубы. Отсюда

и названия станов: заготовочные, листовые, трубные, рельсобалочные и др.

За последние два десятилетия советским исследователям и конструкторам удалось создать много высокопроизводительных прокатных станов. Характерная их особенность — высокая скорость. Стан для прокатки тонкой ленты может ежесекундно выдавать до 35 *м* готовой продукции. Металл движется сквозь него со скоростью самого быстрого скорого поезда — 125 *км/час*. Причем самой высокой скоростью в мире обладают спроектированные в нашей стране непрерывные агрегаты печной сварки труб, работающие на Челябинском и Таганрогском металлургических заводах.

Каждый такой агрегат — это цех-великан, внутри которого в одной технологической линии работают десятки взаимодействующих машин. У агрегата почти безлюдно. Управляет сложным процессом один оператор. На всем пути изделия, равном 320 *м*, к агрегату не прикасается рука человека — все операции механизированы и автоматизированы. Бесконечно плывет стальная лента. По мере ее движения машины нагревают ленту, формуют ее, сваривают в трубу, вытягивают в длину, уменьшают в диаметре, калибруют, разрезают на одинаковые части, нарезают резьбу, надевают муфты. Ежеминутно стан выдает 500 *м* водопроводных труб.

Прокатка вышла за пределы металлургии. Все увереннее вторгается она в самые различные области машиностроения, открывая перед машиностроителями заманчивые перспективы. Немало лет потратили ученые на то, чтобы создать машины, которые могли бы «лепить» из металла изделия для самых разнообразных машин. И эта задача успешно разрешена.

Учеными Всесоюзного научно-исследовательского института металлургического машиностроения впервые в мире разработана оригинальная технология изготовления машиностроительных изделий круглой и конусной формы на прокатных станах.

Один из таких станов работает на Московском заводе малолитражных автомобилей. Приводные валки, стремительно вращаясь, обжимают раскаленное тело заготовки, вписывая его в форму и размеры будущего изделия — автомобильные полуоси. Прокатка вытеснила трудоемкие операции: ковку на специальных прессах и механическую обработку на токарных станках.

Московский завод — не исключение. На таких же станах в Коломне получают шпиндели текстильных веретен, в Минске — тракторные полуоси, в Днепропетровске — 70 изделий для тракторов, а также для электродвигателей, буровых машин. Общая экономия от внедрения трехвалковых станов — 300 тыс. рублей в год. Так выглядит сегодняшний день отечественного прокатостроения.

А перспектива? Она определена Программой партии, предусматривающей значительный рост производства стали и проката. Одна из важнейших задач — создание автоматических агрегатов, совмещающих разливку с прокаткой металла. Такие агрегаты будут оснащены устройствами программного управления. Пользуясь электронными приборами, оператор сможет регулировать температуру нагрева, менять скорости прокатки, поддерживать ее строгий технологический режим. Разрабатывается и такой агрегат, на котором из жидкого металла можно получать чугун, затем перерабатывать его в сталь, а из стальных слитков изготовлять проволоку диаметром до 6 *мм*.

Внедрение непрерывных процессов в металлургию и машиностроение имеет огромное значение для все более широкой механизации и автоматизации всех видов производства. А это, как известно, позволит значительно увеличить выпуск лучших в мире машин, приборов, технологического оборудования. ■

ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

Железо, сталь, чугун

Уже в глубокой древности люди знали железо и умели им пользоваться. Греческий философ Аристотель, живший в 384—322 гг. до н. э., описывает способ получения некоторых сортов железа и говорит о землях, из которых железо извлекали. Земля, о которой он рассказывает, — это железная руда, химическое соединение железа с кислородом (окислы железа) в смеси с различными минералами.

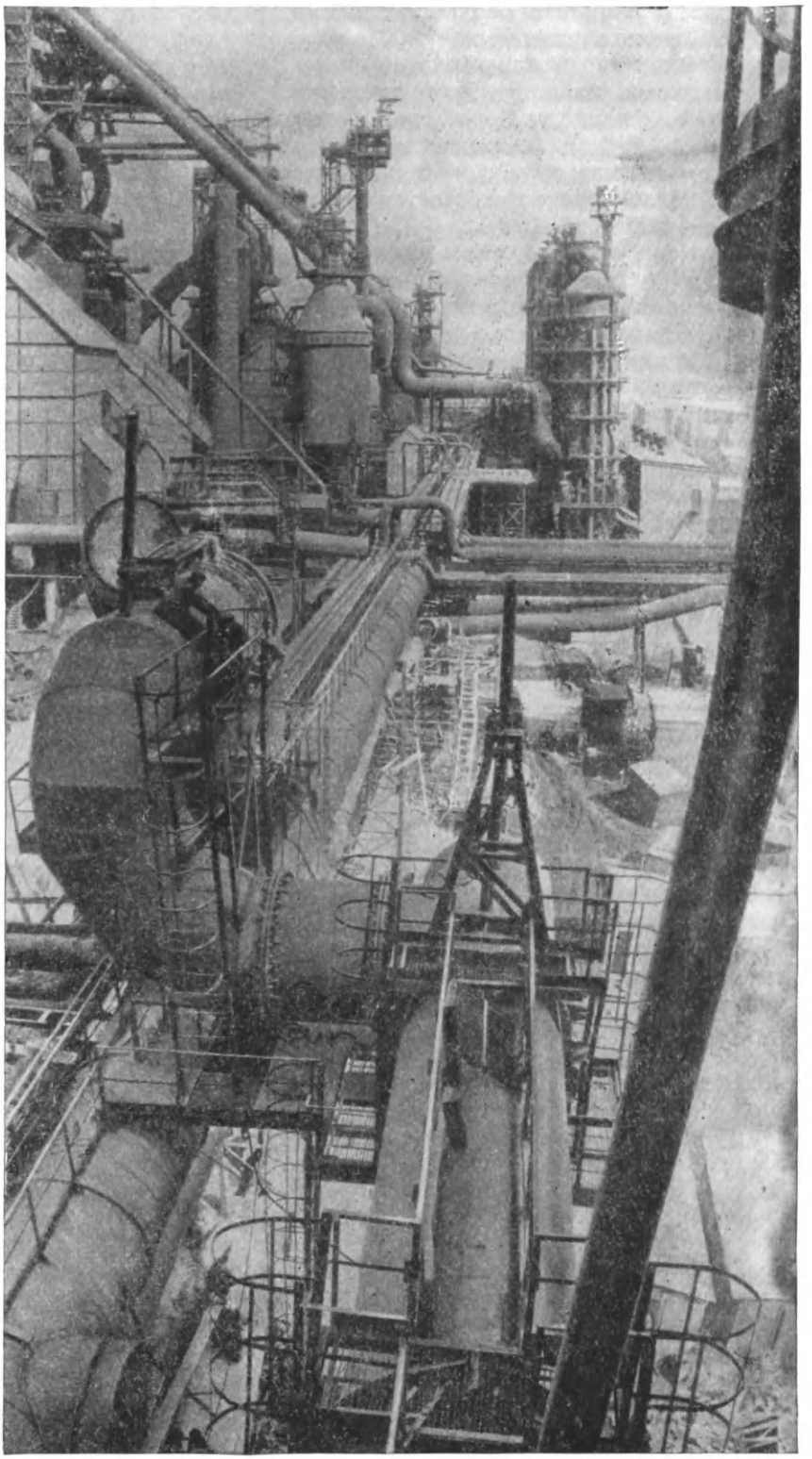
В самородном состоянии железо на Земле не встречается. Как только молекулы железа приходят в соприкосновение с вездесущим кис-

лородом, они с ним соединяются, т. е. окисляются. На заре своей истории люди использовали метеоритное железо, падавшее на земную поверхность из космоса. Такого железа было, конечно, мало. Практическое, хозяйственное значение этот металл приобрел лишь тогда, когда человек научился получать его из руды.

Что же такое железо? Это химический элемент, один из самых распространенных металлов, входящих в состав земной коры. Однако железом называют не только химический элемент, но и металл, выплавленный из железной руды, хотя обычно в нем содержатся примеси, в частности немного углерода.

Если углерода совсем мало, не больше 0,04%, то ж е л е з о сохраняет свои природные физические свойства и свое название. Если в сплав входит до 2% углерода, то он становится тверже. Это сталь. А если углерода еще больше, железо становится твердым и хрупким; такой сплав называют ч у г у н о м. В состав чугуна и стали, кроме железа и углерода, входят и другие химические элементы: одни из них, например кремний и марганец, придают сплаву те или иные ценные свойства, другие — сера, фосфор, мышьяк — ухудшают свойства, делают сплав ломким.

Умение получать железо из руды, совершенствование методов обработки металлов и сплавов оказало огромное влияние на развитие человеческого общества. Паровые машины и электрические двигатели, железные дороги и исполинские корабли, машины для добычи угля, нефти, обработки полей и уборки урожая — все они сделаны из железных сплавов. Свыше



Череповецкий металлургический завод.

5 млрд. *т* стали, превращенной в машины, инструменты, в каркасы различных зданий, мосты, рельсы, верно служат человеку. На каждого жителя Земли в среднем приходится около 2 *т* стали. Несмотря на широкое применение других металлов — алюминия, магния, титана — и сплавов из них, доля железа в мировом производстве всех металлов с конца прошлого века и поныне практически остается той же — она равна 94—96%.

По тому, сколько стали приходится в среднем на душу населения той или иной страны, мы судим о том, насколько она промышленно развита. В нашей стране в дореволюционное время на душу населения приходилось только 30 *кг* стали в год. За последние полвека выплавка стали в Советском Союзе выросла более чем в 18 раз, и на душу значительно возросшего населения в 1962 г. приходилось 345 *кг*. В 1965 г. производство чугуна у нас достигнет 70 млн. *т*, стали —90 млн. *т*. А к 1980 г. выплавка стали будет равна примерно 250 млн. *т* в год.

Что требуется для выплавки чугуна

На современных металлургических заводах железо из руды выплавляют в доменных печах. В них получают чугун. Из чугуна разными способами (о них будет рассказано ниже) производят сталь. Ту или иную необходимую форму металл получает на прокатных станах или путем ковки и литья. Путь от железной руды до готового металла — его называют металлургическим циклом — длинный и сложный.

Металлургический цикл начинается с подготовки руды — ее обогащения (см. ст. «Как полезные ископаемые становятся «еще более полезными»). Специальной подготовки требует и уголь: ведь в нем содержится много примесей, крайне вредно влияющих на металл. Поэтому минеральный уголь «коксуют». Делается это так: уголь размалывают в тончайший порошок и погружают в высокие печи — камеры. 60—80 таких камер образуют коксовую батарею. Порошок прогревают без подачи воздуха, постепенно увеличивая температуру. Когда вся масса угольного порошка прогреется насквозь, порошок спекается; получается каменноугольный «пирог» — кокс. Тогда к камере подходит машина и выталкивает «пирог» из печи на железнодорожную платформу, а затем его увозят к тушильной башне. Там его заливают водой, и он разваливается на мелкие куски, которые идут сначала на сортировку, а потом к доменным печам.

Кокс порист и поэтому быстрее вступает в контакт с горячим воздухом. Кокс крепок и при падении с высоты не крошится. В нем остается гораздо меньше примесей, так как часть их уже ушла вместе с коксовым газом, который выделяется при нагреве угля. Из этого газа затем извлекают много полезных продуктов.

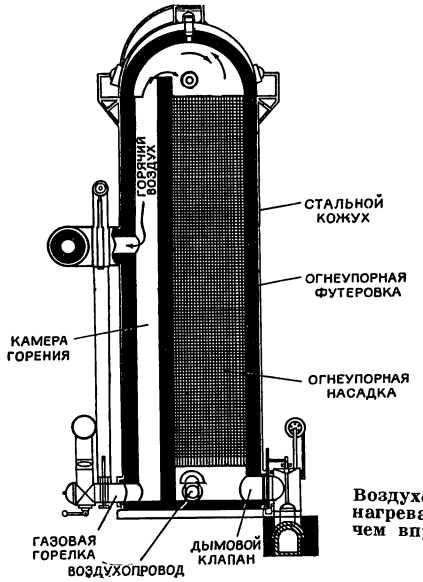
Руда и кокс приготовлены, но этого еще недостаточно. Вместе с рудой и коксом в печь закладывают и флюсы (известняки). Это способствует образованию легкоплавких шлаков, отделяющихся от расплавленного металла. В последние годы стали примешивать флюсы к руде еще при ее обогащении. Большинство доменных печей Советского Союза теперь работает именно на таком сырье.

Смесь материалов, загружаемых в плавильную печь для получения металла заданного химического состава, называется ш и х т о й.

Но для плавки нужен также и воздух. Без него, точнее без кислорода, нет горения. Но и воздух необходимо подготовить — нагреть. Предварительный подогрев воздуха, подаваемого в доменные печи, сыграл очень важную роль в развитии выплавки чугуна. Когда вдували холодный воздух, приходилось затрачивать слишком много топлива на его нагрев, производительность печей оставалась низкой. С переходом на горячее дутье процесс стал протекать гораздо быстрее.

Для нагрева воздуха используют тепло отходящих из доменных печей горячих газов. Их отводят по трубам после очистки к воздухонагревателям (кауперам) — высоким башням, разделенным внутри на две части по вертикали. В башню пускают доменный газ и воздух. Газ загорается и идет сначала к куполу башни, а потом спускается по каналам, проложенным в кирпичных насадках другой половины башни, отдавая кирпичу тепло. Когда кирпич достаточно нагреется, доступ газу закрывают и впускают в воздухонагреватель холодный воздух. Проходя между горячими кирпичами, воздух нагревается до температуры 800—1000°. Затем его направляют по трубам к доменной печи.

Кирпичные камеры нагревают обычно около двух часов, а потом в течение часа воздухонагреватель подает в доменную печь горячий воздух. Поэтому для бесперебойной работы печи мало одного воздухонагревателя — нужны три-четыре. Два или три из них греются, а третий или четвертый в это время подает нагретый воздух в доменную печь.



Воздухонагреватель. В нем нагревают воздух, прежде чем впустить его в доменную печь.

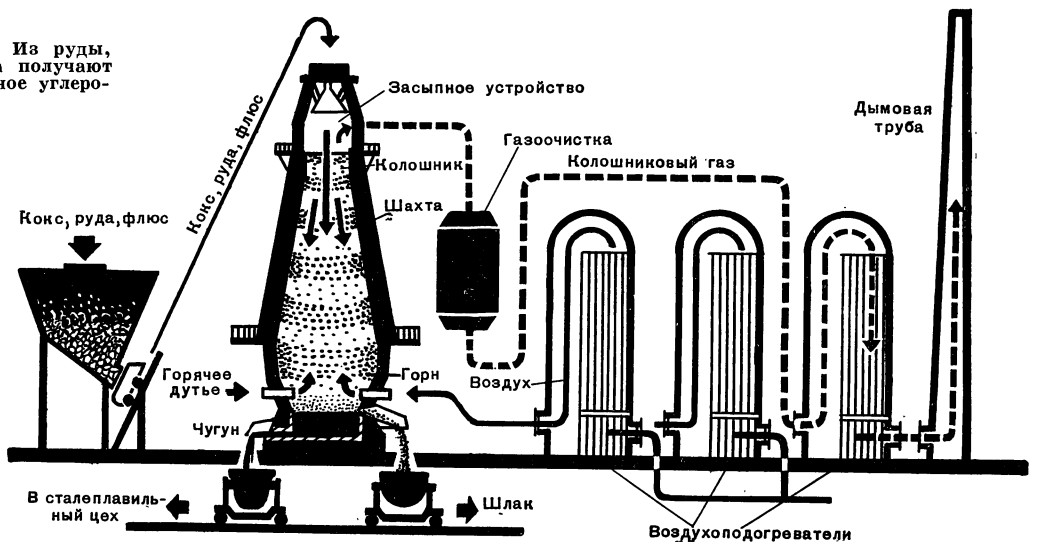
А теперь познакомимся с устройством доменной печи. Доменные печи существуют около 500 лет. Их размеры и производительность непрерывно растут. В старой России преобладали доменные печи объемом в 200—300 *м*³, а на Урале действовали маленькие двадцати-,тридцатикубовые печи. В годы индустриализации в нашей стране начали строить печи объемом более тысячи кубометров. Теперь чугун у нас плавят самые большие в мире домны, есть проект еще более мощных — в 2700 *м*³. Каждая из домен, построенных на заводах Криворожсталь, Ждановском им. Ильича, Челябинском, Орско-Халиловском, Череповецком и др., выплавляет до полутора миллионов тонн чугуна в год. Огромные печи построили в 1964 г. на Магнитогорском и Западно-Сибирском комбинатах.

Современная доменная печь — одно из самых мощных сооружений. Загруженная шихтой, она весит много тысяч тонн.

Доменная печь — это башня высотой с пятнадцатиэтажный дом, одетая в стальную «рубашку». Внутри она выложена огнеупорным кирпичом. В кирпичи замурованы змеевики, по которым циркулирует охлаждающая вода. Главные части домны — к о л о ш н и к, ш а х т а и г о р н. Через колошник отводят газы и загружают в печь сырые материалы. Затем материалы опускаются в шахту, а оттуда в горн, куда под большим давлением через специальные отверстия — ф у р м ы — вдувают горячий воздух, поступающий с воздуходувной станции. В горне сгорает кокс и развивается очень высокая температура — более 2000°. В нижней части горна отверстия — л ё т к и: одна для выпуска чугуна, а другая, повыше,— для шлака.

В последние годы в доменные печи стали вдувать природный газ. Это позволяет значительно снизить расход кокса при выплавке металла. В результате применения газа и ряда других мер, способствовавших лучшему использованию тепла доменных печей, удельный расход кокса на 1 *т* чугуна на наших заводах за последние двадцать лет снизился более чем на 300 *кг*, т. е. на одну треть. Советские металлурги расходуют на каждую тонну чугуна гораздо меньше кокса, чем американские, западногерманские и др. Особенно эффективно применение природного газа вместе с чистым кислородом.

Схема доменного процесса. Из руды, кокса, флюсов и воздуха получают чугун — железо, насыщенное углеродом.



Посмотрим, как обслуживаются доменные печи. Возле доменных печей делают бункера (ямы). Это склады, откуда доменные печи получают необходимое им питание. Здесь при помощи автоматизированных вагонов-весов составляется набор сырых материалов (шихта), нужных для плавки чугуна. На новейших домнах применяется транспортерная подача.

С транспортера материалы высыпают в бункер. В него упирается нижняя часть наклонного моста, приставленного к печи. По мосту при помощи канатов и подъемных механизмов вверх и вниз ездят особые тележки — с к и п ы. В то время как один скип наверху разгружается в печь, другой внизу нагружается.

А теперь разберемся, что происходит внутри печи. У фурм воздух (дутье) встречается с коксом. Сгорая, кокс образует углекислый газ. Под влиянием высокой температуры углекислый газ превращается в окись углерода. Последняя вступает в контакт с железной рудой, освобождая ее от кислорода — восстанавливая железо. Железо восстанавливается также в результате соприкосновения с раскаленным коксом. Проходя через слой кокса, восстановленное железо насыщается углеродом. Поэтому из домен выходит не железо, а чугун.

По мере накопления в печи жидкого чугуна его выпускают через лётки. Расплавленный шлак легче металла и всплывает наверх. Поэтому шлаковая лётка расположена выше чугунной. Глиняную пробку лётки высверливают специальной машиной, а закрывают ее при помощи пневматической или электрической «пушки». Чугун выпускают через точно установленные промежутки времени, обычно в сутки делают 7—8 выпусков. Шлак выпускают чаще, чем чугун.

Жидкий чугун из домны по желобу течет в канавы, выложенные огнеупорной массой, а дальше — в стоящие наготове на железнодорожных путях ковши. Часть жидкого чугуна на специальных машинах разливают в формы. Застывшие продолговатые бруски чугуна называют чушками. В основном чугун используют для получения стали.

Из чугуна в сталь

Чтобы отнять у окислов железа кислород, его заставили соединиться с углеродом. Получили чугун. Теперь же, чтобы получить сталь, надо выжечь из чугуна избыточный углерод, т. е. соединить его с кислородом.

Найти наилучший метод превращения (передела) чугуна в сталь — одна из труднейших задач технического прогресса, которая решается уже много веков. В давние времена излишний углерод почти полностью выжигали в специальных кричных горнах. Обезуглероженное таким образом железо цементировали, т. е. снова насыщали углеродом. Потом широкое распространение получил способ так называемого пудлингования. Пудлинговая печь — это тот же кричный горн, превращенный в пламенную печь, в которой рабочее и топочное пространства были отделены пламенным порогом. Это позволило постоянно перемешивать массу металла. Отсюда и произошло название процесса — п у д л и н г о в а н и е, т. е. перемешивание.

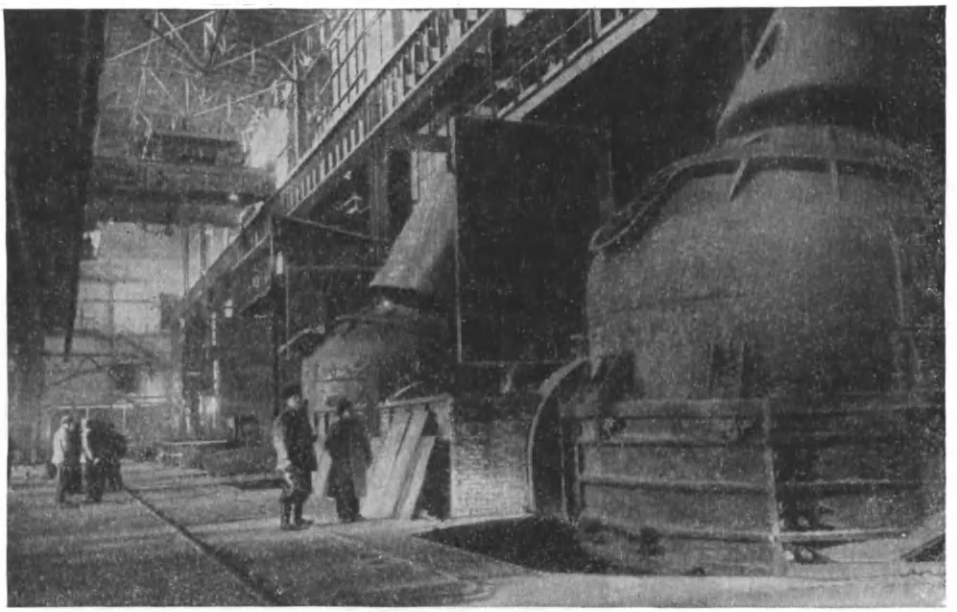
Сталь варили также в тиглях. Славилась булатная сталь. Но ни один из существующих ранее способов не мог удовлетворить все возраставшие потребности промышленности в стали.

Быстрый и удобный способ превращения чугуна в сталь разработал в 1855 г. англичанин Г. Бессемер. Он предложил продувать расплавленный жидкий чугун воздухом в расчете на то, что кислород воздуха соединится с углеродом и унесет его в виде газа. Бессемер опасался только, как бы воздух не остудил чугун. На деле получилось обратное — чугун не только не остыл, но еще сильнее нагрелся. Неожиданно, не правда ли? А объясняется это просто: при соединении кислорода воздуха с разными элементами, содержащимися в чугуне, например с кремнием или марганцем, выделяется определенное количество тепла.

К о н в е р т е р — стальной, выложенный огнеупорным кирпичом сосуд для выплавки стали по способу Бессемера — похож на реторту. В дне его сделаны отверстия, через которые под большим давлением вдувают воздух. Примерно на одну десятую объема конвертер заполняют расплавленным чугуном. Через жидкий металл проходит мощный ток воздуха. Углерод быстро выгорает, и в считанные минуты сплав почти полностью обезуглероживается.

Это был самый быстрый, самый дешевый и самый простой способ получения стали. Но в простоте его крылись и недостатки. Химические реакции в конвертере проходили чересчур быстро, углерод выгорал, но кислород воздуха не затрагивал серу и фосфор. Они оставались в сплаве и резко ухудшали его свойства. И еще: при продувке металл насыщался азотом, что также очень вредно для стали.

При этом способе можно было использовать не всякий чугун, а только такой, в состав которого входят кремний и марганец, способные во время реакции выделять большое количество тепла. Кроме того, в бессемеровском конвертере нельзя перерабатывать на сталь лом, в него можно заливать только жидкий чугун. Вот почему бессемеровский способ был вытеснен открытым в 1864 г. французами Эмилем и Пьером Мартенами другим способом (его назвали по имени изобретателей мартеновским). Этот способ более сложный, но обеспечивает выплавку стали высокого качества и позволяет использовать для этого металлический лом.



В цехе бессемеровских конвертеров.

Мартеновская печь

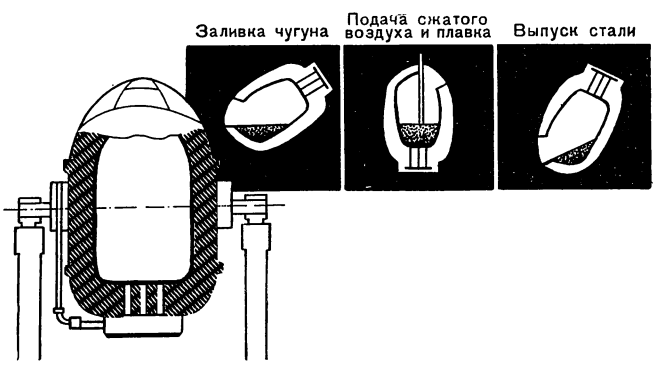
Мартеновская печь как бы двухэтажная. Нижний этаж состоит из четырех камер, стены которых выложены огнеупорным кирпичом. Назначение этих камер (их называют регенераторами) примерно такое же, как и воздухонагревателей доменных печей. Только в них нагревается и поступающий в печь воздух, и газ, которым она отапливается. Ход процесса зависит от калорийности топлива — чем она выше, тем быстрее варится сталь. Раньше на большинстве мартеновских печей в качестве топлива применяли смесь доменного и коксовального газов. В последние годы широко используют природный газ.

Особенно выгодна смесь природного газа и кислорода. Более одной трети всей стали, выплавляемой в Советском Союзе, получают с применением кислорода.

Сами регенераторы нагреваются дымом печи. Раскаленные продукты горения направляют в подземные камеры. Проходя через одни регенераторы, скажем правые, газы нагревают их. Затем при помощи перекидных клапанов газ направляется в левые регенераторы. Пока они греются, в одну из правых камер пускают газообразное топливо, на котором работает печь, а в другую — воздух. Таким образом в печи все время поддерживается необходимая высокая температура.

Верхний этаж печи — это рабочая камера, стены которой, так же как и в нижнем этаже, выложены огнеупорным кирпичом. В ней ведется плавка. Ванны печи напоминают удлиненное, постепенно углубляющееся от краев к середине корыто, покрытое, как и стены, слоем огнеупорных материалов.

В передней стене имеются «окна»— от трех до семи. Через них заливают расплавленный чугун. В противоположной стене — выпускное



Процесс, происходящий в бессемеровском конвертере, очень прост: избыточный углерод, содержащийся в чугуне, вступает в соединение с воздухом и быстро выгорает.

отверстие. Когда идет плавка, оно забито огнеупорной глиняной массой. По специальным каналам нагретые газ и воздух подводятся в верхнюю часть печи. Там они смешиваются и сгорают. Образуется факел яркого пламени, температура которого достигает 1800—2000°. Газ и воздух двигаются быстро, факел растягивается на всю длину камеры, передавая тепло находящимся в печи материалам.

Обычно под одной крышей строят не одну, а несколько мартеновских печей. Вдоль них прокладывают рельсы. По одним из них подвозят нужные для плавки материалы, по другим курсируют завалочные машины.

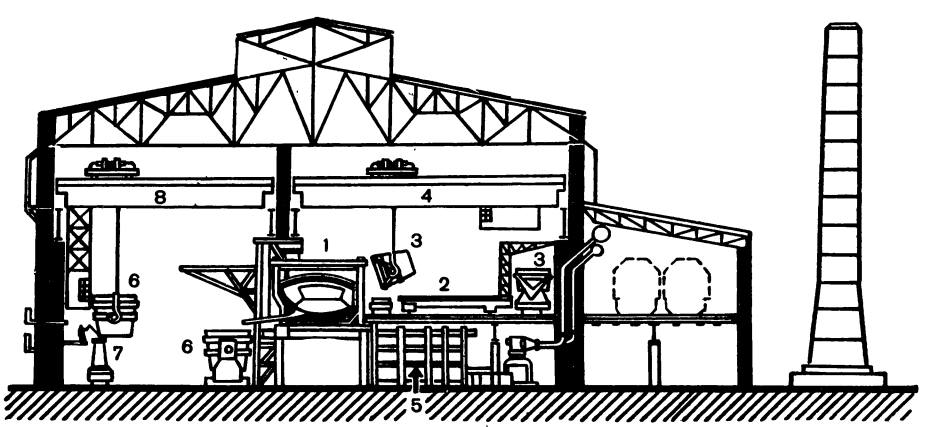
Войдем в один из мартеновских цехов. В ряд выстроились огромные печи (в СССР построены самые большие в мире мартены; емкость некоторых из них—до 900 *т*). Вот печь, из которой только что выпустили готовый металл. Сталевары уже начали готовиться к новой плавке. С помощью специальной машины они заделывают обнаружившиеся после выпуска предыдущей плавки изъяны в кладке печи. Эта первая операция называется заправкой печи.

Потом начинается завалка (загрузка). Сначала в печь идут холодные материалы — железный лом, известняк. Для загрузки применяют завалочные машины. Длинными, похожими на хобот слона, штангами они захватывают металлические ящики—мульды—с железным ломом, известью и рудой, заносят их в печь, легко и быстро переворачивают и снова ставят на тележку. Как только завалка заканчивается, опускают все заслонки над «окнами» и в печь дается максимум тепла, чтобы лом и другие заложенные в нее материалы возможно быстрее прогрелись. После этого электровоз подвозит ковши с чугуном. Его доставляют из миксера — своеобразного термоса, где металл хранится в жидком состоянии. Кран снимает ковши с лафетов, наклоняет их, и по желобам, вставленным в «окна», чугун льется в печь.

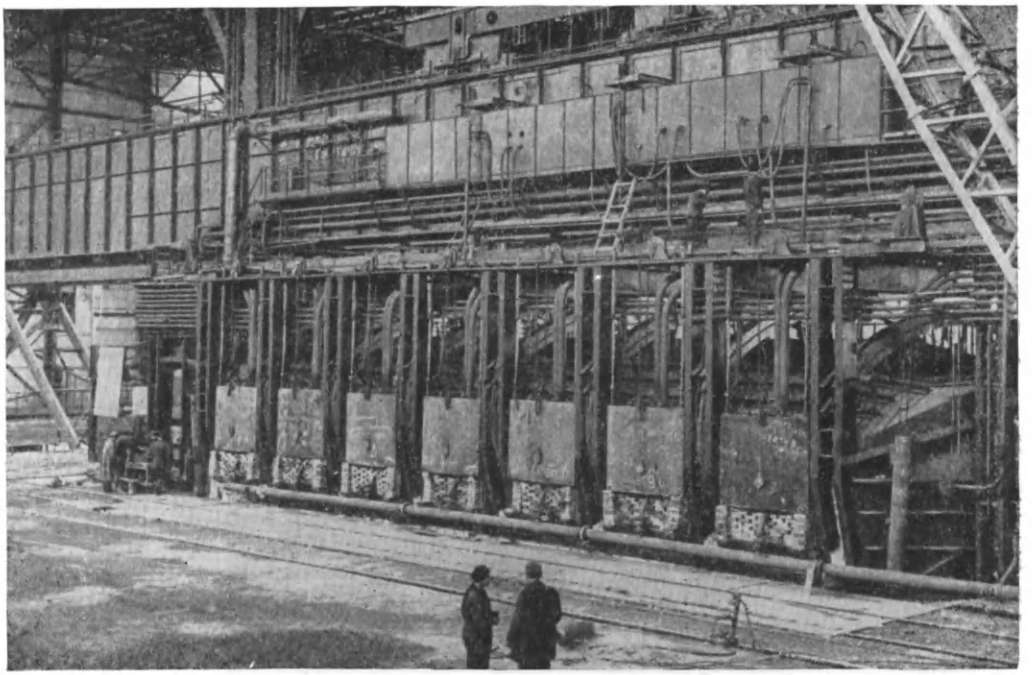
Теперь надо добиться, чтобы жидкая масса в ванне хорошо перемешалась, закипела. Наконец, на поверхности ванны появляются пузыри: через металл и шлак прорывается окись углерода. Она образуется в результате реакций между отдельными элементами (марганцем, кремнием) и кислородом печных газов и руды. Чтобы усилить выгорание углерода, в ванну в это время прибавляют железную руду. Содержащийся в руде кислород помогает быстрее избавиться от излишнего углерода в металле. Чтобы еще больше ускорить процесс выгорания углерода, на многих заводах в расплавленную массу металла начали вдувать кислород. На заводе Запорожсталь, например, удалось таким образом сократить длительность плавок. Если раньше они продолжались 6—10 часов, то теперь 3,5—4 часа.

А чтобы узнать, насколько интенсивно проходят химические реакции, время от времени берут пробы. В цеховой лаборатории очень быстро (их поэтому называют экспресс-лабораториями) делают анализ и сообщают сталевару, сколько в металле углерода, серы, фосфора, марганца и других элементов.

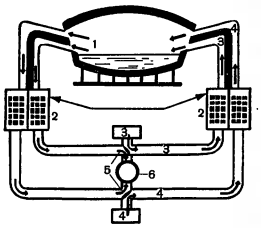
На последнем этапе происходит раскисление, т. е. удаляется образующаяся в ванне печи вредно влияющая на качество металла закись железа. Для этого в печь добавляют так называемые раскислители (ферросилиций и ферромарганец).



Мартеновский цех: *1* — печь; *2* — завалочная машина; *3* — ковш с жидким чугуном; *4* — мостовой кран печного пролета; *5* — регенераторы; *6* — ковши для приема и разливки жидкой стали; *7* — изложница; *8* — мостовой кран литейного пролета.



Мартеновская печь состоит из двух «этажей», которые тесно связаны между собой. На первом готовится топливо, на втором варят сталь.



На схеме хорошо видно устройство обоих этажей печи: *1* — дым; *2* — регенераторы; *3* — воздух; *4* — газ; *5* — перекидные клапаны; *6* — дымовая труба.

И вот сталь готова. Под выпускным отверстием стоит ковш. В него льется струя металла. О том, что с ней происходит дальше, вы узнаете в следующих главах. А пока рассмотрим другие способы выплавки стали.

Кислородные конвертеры

Мартены, как уже говорилось, вытеснили бессемеровские конвертеры. Однако в самые последние годы открылись обстоятельства, которые вновь выдвинули конвертеры на первый план.

Попробовали вдувать в конвертер не атмосферный воздух, а кислород, притом подавать его не снизу, как это делали раньше, а сверху. Оказалось, что таким способом в конвертерах можно переработать любой чугун. При кислородном дутье температура в конвертере поднимается настолько, что стало возможным переплавлять в нем и железный лом, а сталь получается не хуже, а порой и лучше, чем мартеновская.

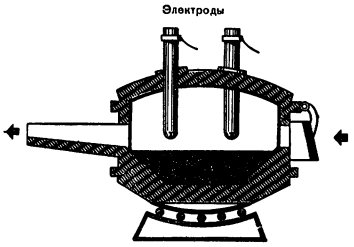
Преимущество кислородно-конвертерного процесса — его более высокая производительность по сравнению с мартеновским. Цех с тремя конвертерами, емкостью по 50 *т* каждый, дает столько же стали, сколько мартеновский цех с шестью печами, по 600 *т* каждая. На некоторых советских заводах — Нижне-Тагильском, заводе им. Ильича в г. Жданове и др.— построены мощные кислородные конвертеры. Весь цикл плавки и подготовки такого конвертера занимает не более часа, тогда как в мартеновской печи плавка длится от 6 до 10 часов.

Однако и мартеновские печи еще долго будут служить. Для каждого рода стали и состава шихты следует выбрать наиболее подходящий метод ее выплавки.

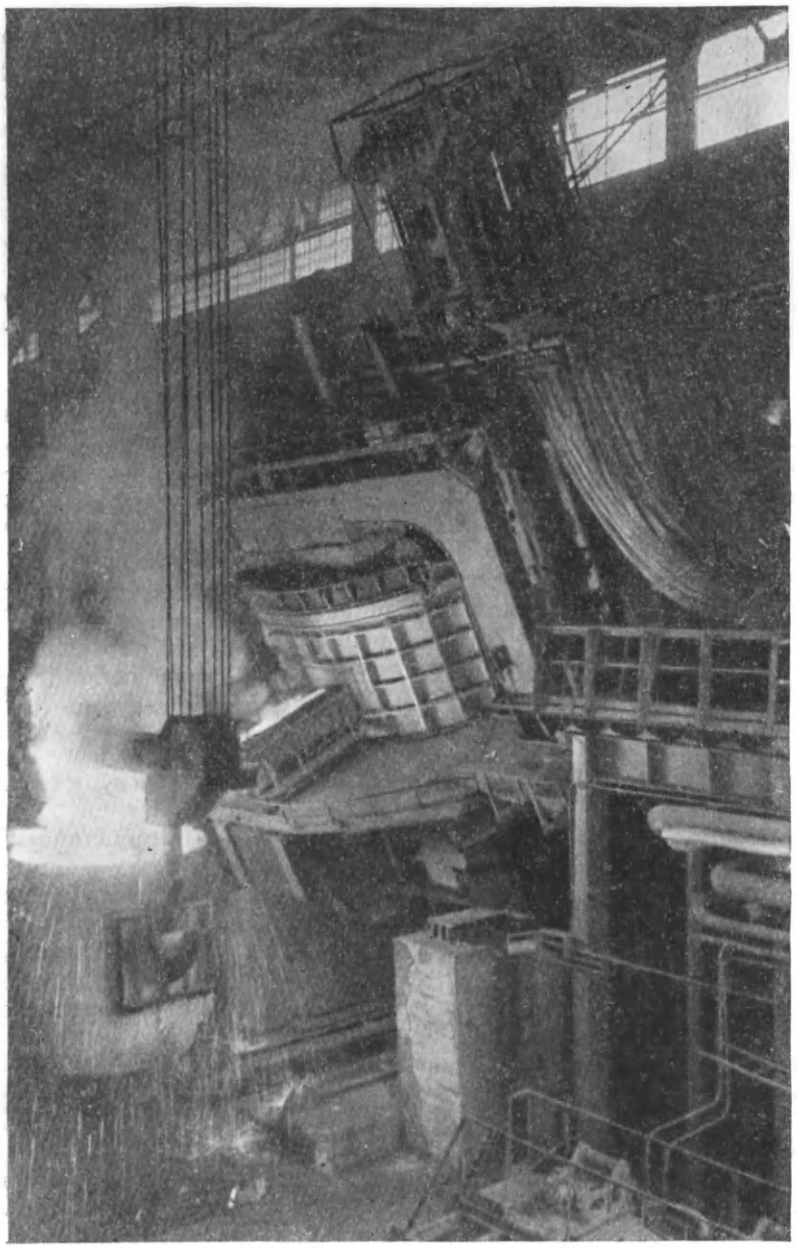
Легированная, или специальная, сталь

Сталь бывает разных марок. Они различаются по химическому составу. Прибавка определенного количества марганца, например, делает сталь очень твердой; хром, особенно в сочетании с никелем, делает ее нержавеющей; кремний — упругой; вольфрам применяют для получения быстрорежущей инструментальной стали и т. д. Часто в сталь вводят несколько различных добавок сразу. Такая сталь, в которую входят добавки, придающие ей особые свойства, называется л е г и р о в а н н о й или специальной.

Многие марки легированной стали — около 8% всей стали в стране — выплавляют в э л е к т р и ч е с к и х п е ч а х. Электропечи бывают



Дуговая электросталеплавильная печь. Металл в этой печи не соприкасается с газами и получается более чистым. *Слева*—разрез печи; *внизу*—идет готовая сталь.



дуговые и индукционные. Источником тепла в дуговых печах служит электрическая дуга между опущенными в печь электродами и металлом. По емкости эти печи догоняют мартеновские. Такие большие печи имеют специальные устройства для перемешивания металла в ванне печи.

В индукционных печах источником тепла служат соленоиды (индукционные катушки). Их преимущество в том, что металл не приходит в соприкосновение с электродами, он лучше перемешивается и, стало быть, чище.

Для получения особенно чистой стали применяют вакуумный переплав или разливку в вакууме, т. е. в разреженном пространстве.

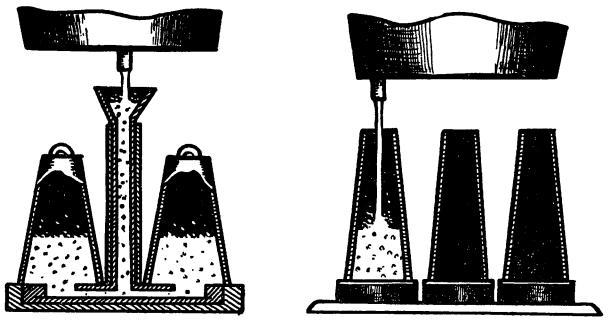
Большое развитие в настоящее время получает прессование металла из порошков (см. ст. «Порошковая металлургия»).

Теперь, после того как мы познакомились с различными способами производства стали, продолжим наше путешествие по металлургическому заводу и проследим дальнейший путь металла.

Рождение стального слитка

Итак, сталь выпустили из печи в ковш. Из очень больших печей сталь выпускают сразу в два ковша по сдвоенному желобу. Затем могучие «руки» крана поднимают ковш и несут на разливку.

На большинстве заводов сталь разливают в изложницы — высокие чугунные коробки. После того как металл застынет, слитки «раздевают», т. е. с них снимают изложницы. Вес слитков может быть различным — от нескольких килограммов до десятков тонн.



Способы разливки стали: *слева* — наполнение изложницы снизу (сифоном); *справа* — наполнение изложницы сверху.

Однако солидная внешность только что родившегося стального слитка обманчива — внутри него образовались крупные кристаллы, газовые пузыри, раковины. Объясняется это тем, что, остывая, металл кристаллизуется, а процесс кристаллизации протекает неравномерно. Поэтому и кристаллы получаются разные: у самой стенки изложницы кристаллы небольшие, в глубине — крупные, а между ними пузыри и раковины. Помимо того, в верхней части слитка возникают так называемые усадочные раковины. Вот почему слитки требуют дополнительной обработки — обжима (о том, как это делается, вы прочтете в ст. «Блюминги и слябинги»). От слитка отрезают головную и донную (прибыльные) части, получаются очень большие отходы (обрезь), достигающие 8—15% от веса слитка.

Разрез стального слитка.

Все эти недостатки заставили металлургов искать лучший способ разливки металла. В 1955 г. в нашей стране была пущена первая промышленная установка для непрерывной разливки стали. Новый способ принципиально отличается от старого.

Непрерывная разливка стали

Установка для непрерывной разливки стали представляет собой сооружение высотой около 17 *м*. Она размещена в подземном помещении, и лишь ее верхняя часть вынесена наружу, несколько выше уровня пола цеха. Здесь установлены кристаллизаторы — разъемные водоохлаждаемые изложницы квадратной или прямоугольной формы, но без дна. Стенки кристаллизаторов полые, в них циркулирует вода. Ниже кристаллизатора, уже в подземном помещении, расположена секция вторичного охлаждения — своеобразный «душ». Вторичное охлаждение позволяет регулировать ход кристаллизации. Здесь же система роликов, образующая ограждение на пути еще не полностью затвердевших слитков, и устройство, вытягивающее слитки из кристаллизатора (см. цв. рис. на стр. 236—237).

Посмотрим, как же происходит процесс непрерывной разливки. Кран приносит ковш с жидкой сталью. Из него металл заливают в промежуточный ковш, откуда он поступает в кристаллизатор. Чтобы первая порция жидкой стали не прошла насквозь раньше, чем она застынет, дно кристаллизатора заблаговременно закрывают металлическим брусом, или, как говорят металлурги, вводят «затравку». Один конец бруса «запирает» кристаллизатор, другой зажат в валки тянущего устройства.

Когда наружные слои стали затвердеют, в действие вступают тянущие устройства, которые вытягивают из кристаллизаторов «затравку» и как бы приросшую к ней заготовку. Теперь процесс идет безостановочно. В кристаллизатор непрерывно заливают сталь, идет сплошная стальная заготовка. Пройдя через «душ», она затвердевает насквозь, после этого автогенный нож разрезает ее на части нужного размера. Отрезанные куски заготовки с помощью системы рольгангов выносятся наверх, на приемные стеллажи. Конструкции установок для непрерывной разливки стали продолжают совершенствоваться.

При непрерывной разливке стали, благодаря более быстрому охлаждению и затвердеванию, слитки получаются однороднее, прочнее и почти нет отходов.

Выгода непрерывной разливки очевидна. Однако этот новый способ испробован пока при разливке сталей, которые варят в относительно небольших, 80—150-тонных, мартеновских и электрических печах. Основную массу стали, которая выплавляется в нашей стране, да и в других странах, все еще разливают в обыкновенные изложницы, а полученные слитки отправляют в обжимные цехи.

Блюминги и слябинги

Обжим совершается на блюмингах или слябингах. Причем на этих агрега-

тах одновременно производят еще и первичную операцию прокатки: слиток раскатывается и превращается в длинный брус или пластину. Дело в том, что сталь, нагретая добела, сохраняет важнейшее свойство железа — способность необратимо изменять свою форму.

Перед обжимом слитки выдерживают определенное время (4—6 часов) в нагревательных колодцах при температуре 1100—1250°. Затем их кладут на электрическую тележку (электрокар) и везут к блюмингу.

Обжимное устройство блюминга — это станина, в которой укреплены два массивных вала, диаметром каждый больше метра и длиной до 2 *м*. Валы (их называют валками) вращаются навстречу друг другу. Верхний валок блюминга может подниматься и опускаться. На станине блюминга поставлен большой циферблат со стрелкой. Она показывает величину просвета между валками, который должен быть несколько меньшим высоты слитка. Управляет блюмингом оператор. При помощи рычагов он приводит в движение механизмы, и раскаленный слиток направляется в пространство между валками, которые тотчас увлекают его, протаскивая вперед и уменьшая в сечении. Но чтобы превратить слиток в длинный брус, одного обжима недостаточно. Валки выпускают слиток, и он двигается по рольгангу — широкой металлической дороге, выложенной роликами,— вперед и назад.

Оператор меняет направление вращения валков блюминга и рольганга. Одновременно он опускает верхний валок немного ниже. Зазор между валками становится меньше. Слиток, уже раз побывавший между валками, снова попадает в зазор между ними. Они сдавливают его вторично, потом снова и снова, и каждый раз все сильнее. Затем слиток поворачивают набок. Поворот (кантовка) совершается с помощью специального механизма — кантователя. Нажим кнопки — и кантователь пришел в действие, он переворачивает многотонный слиток легко, как спичечную коробку.

Прокатный брус по рольгангу направляется к ножницам. Здесь обрезаются негодные части и делят его на куски — блюмы.

Блюминг в подлинном смысле слова исполинская машина: моторы, обслуживающие его систему, обладают мощностью в десятки тысяч киловатт. Такого количества энергии достаточно, чтобы обеспечить электричеством небольшой город. Весит блюминг тысячи тонн. Пульт его управления — это десятки кнопок и рычагов. Более ста движений в течение минуты должен совершить оператор. От 13 до 19 раз проходит слиток через валки, и весь этот процесс длится меньше минуты. Такая работа требует не только высокого искусства, но и очень большого напряжения. Чтобы облегчить этот труд, советские ученые и конструкторы создали полностью автоматизированный блюминг, управляемый электронно-вычислительной машиной.

Слитки обжимают также и на слябингах, это такие же могучие машины, на которых установлена двойная система валков: одни—горизонтальные, другие, несколько меньшего диаметра,—вертикальные. На слябингах слиток превращается в длинную пластину, которая режется на плоские заготовки—слябы.

Из блюмов и слябов делают металл необходимой формы, или, как говорят металлурги, разных профилей.

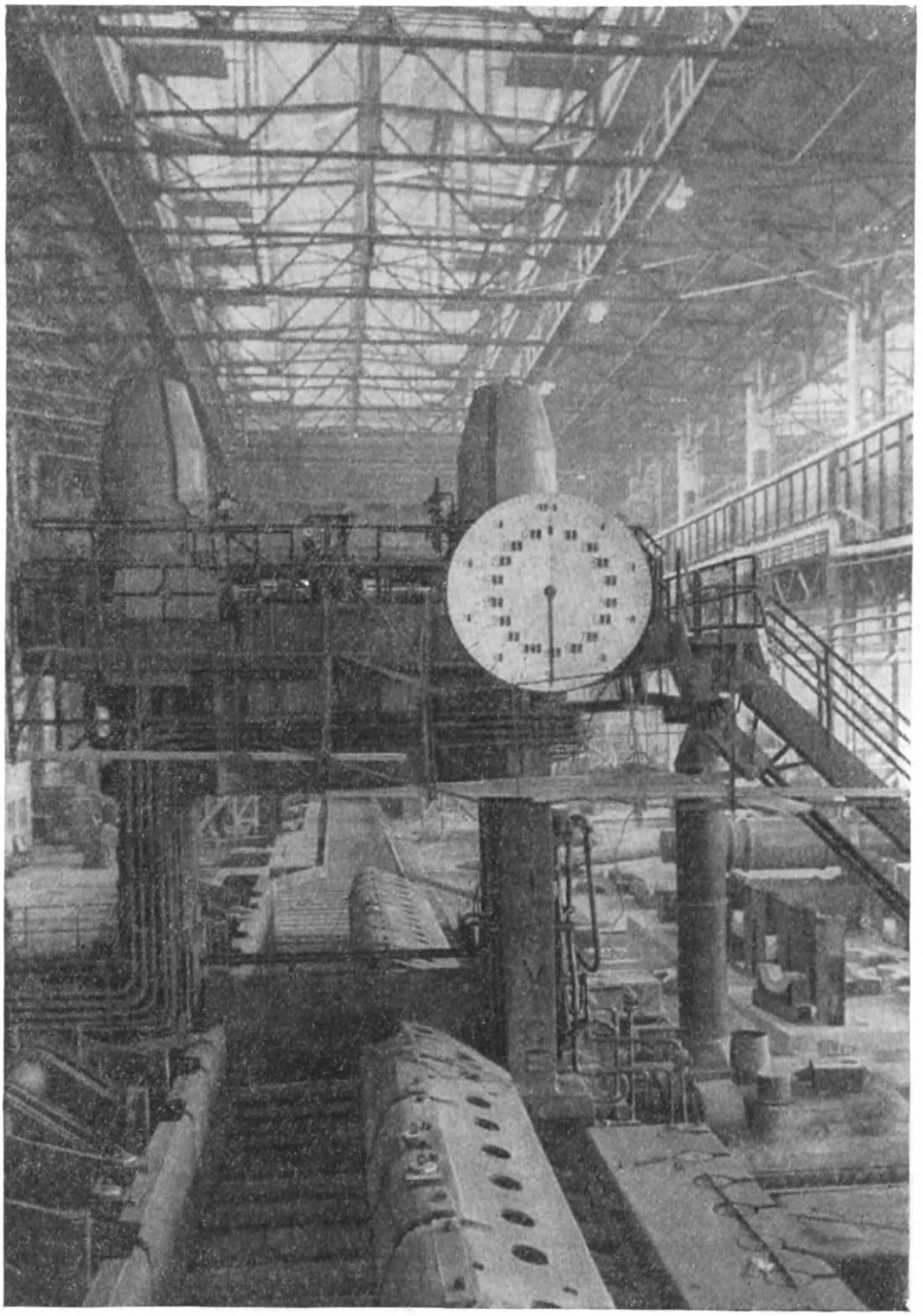
Металл приобретает форму

Мы на последнем этапе путешествия по металлургическому заводу. Дальнейший путь блюмов и слябов зависит от назначения стали. На одних заводах прокатные станы производят стальные листы для кузовов автомобилей, на других — трубы для газопроводов, на третьих — рельсы, на четвертых — сортовой прокат, т. е. изделия относительно простых геометрических форм: квадрат, круг, полоса, угол.

Чтобы превратить заготовку (блюм или сляб) в полосу или лист, ее пропускают между гладкими валками. Иным способом изготовляют сталь более сложных форм. В нижнем и верхнем валках делают вырезы необходимой формы. Сблизив валки так, чтобы вырез одного точно пришелся над вырезом другого, получают ручей, или, как его называют металлурги, калибр. Если бы сталь была такой же пластичной, как, скажем, воск или глина, дело обстояло бы совсем просто. Достаточно было бы пропустить металл через ручей нужной формы — и задача решена. Но сталь менее пластична. Поэтому металл нужной формы получают постепенно, пропуская его через ряд все более приближающихся к окончательной форме калибров (иногда их количество достигает двадцати). Затем готовый прокат поступает на пилы или ножницы. Его разрезают на куски нужной длины и отправляют на холодильник.

Очень мощные и высокопроизводительные станы применяются для прокатки балок и рель-

КЛЕТЬ БЛЮМИНГА «1120»



сов. На Уралмашзаводе в г. Свердловске построен рельсобалочный стан с автоматической поточной линией для отделки рельсов. Весь процесс протекает без применения тяжелого физического труда. Стан этот состоит из 240 отдельных машин общим весом свыше 15 тыс. *т*.

Удобны и высокопроизводительны станы непрерывного действия. На станах, с которыми мы познакомились раньше, заготовка движется то вперед, то назад. Ее путешествие отнимает больше времени, чем само обжатие. В непрерывном стане клети устанавливаются последовательно одна за другой. Выйдя из одной клети, полоса автоматически попадает во вторую, затем в третью (надо только, чтобы все клети работали с совершенно одинаковой скоростью!). Некоторые станы такого типа способны выпускать более 2 млн. *т* листов в год. Толщина прокатываемого листа контролируется на ходу.

Из специальных станов большое значение имеют трубные. Существуют два способа получения труб. По первому способу в стальной заготовке на специальном стане делают отверстие (прошивают); получается короткая гильза, которую потом раскатывают в длинную трубу. Таким образом получают бесшовные трубы. По другому — стальной лист сворачивают и сваривают (см. ст. «Как сваривают металл»). Очень эффективны и экономичны станы спиральной сварки труб из стальной ленты.

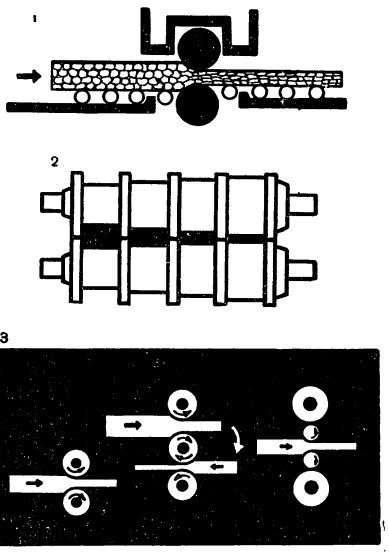
Созданы станы прокатки шаров для подшипников и шаровых мельниц. Сконструированы станы для прокатки наиболее распространенных деталей машин, например осей автомобиля «Москвич» и др. Это новое прогрессивное направление прокатного производства, когда на металлургических заводах рождаются готовые детали машин.

Скорость прокатки возрастает из года в год. Так, горячие стальные листы катают со скоростью до 50—60 *км/час*. Холодная прокатка стального листа совершается со скоростью свыше 100 *км/час*, прокатка проволоки — 120 *км/час*.

Сегодня и завтра металлургии

Путь от железной руды до рельса или стального листа, как вы убедились, очень сложен. В доменной печи углерод отнимает у железной руды кислород, но в то же время железо излишне насыщается углеродом. Затем кислород, освобождая металл от лишнего углерода, помогает получать сталь.

В домну вдувают нагретый воздух. Вместе с каждой молекулой кислорода поступает около четырех молекул азота, который ни в каких химических реакциях не участвует. А между тем на обогрев его тратится тепло.



С помощью валков и калибров из нагретого металла «прокатывают» разные изделия; *1*—структурная схема проката металла; *2*—калибры; *3*—системы валков.

НОВАЯ ДОМНА МАГНИТКИ

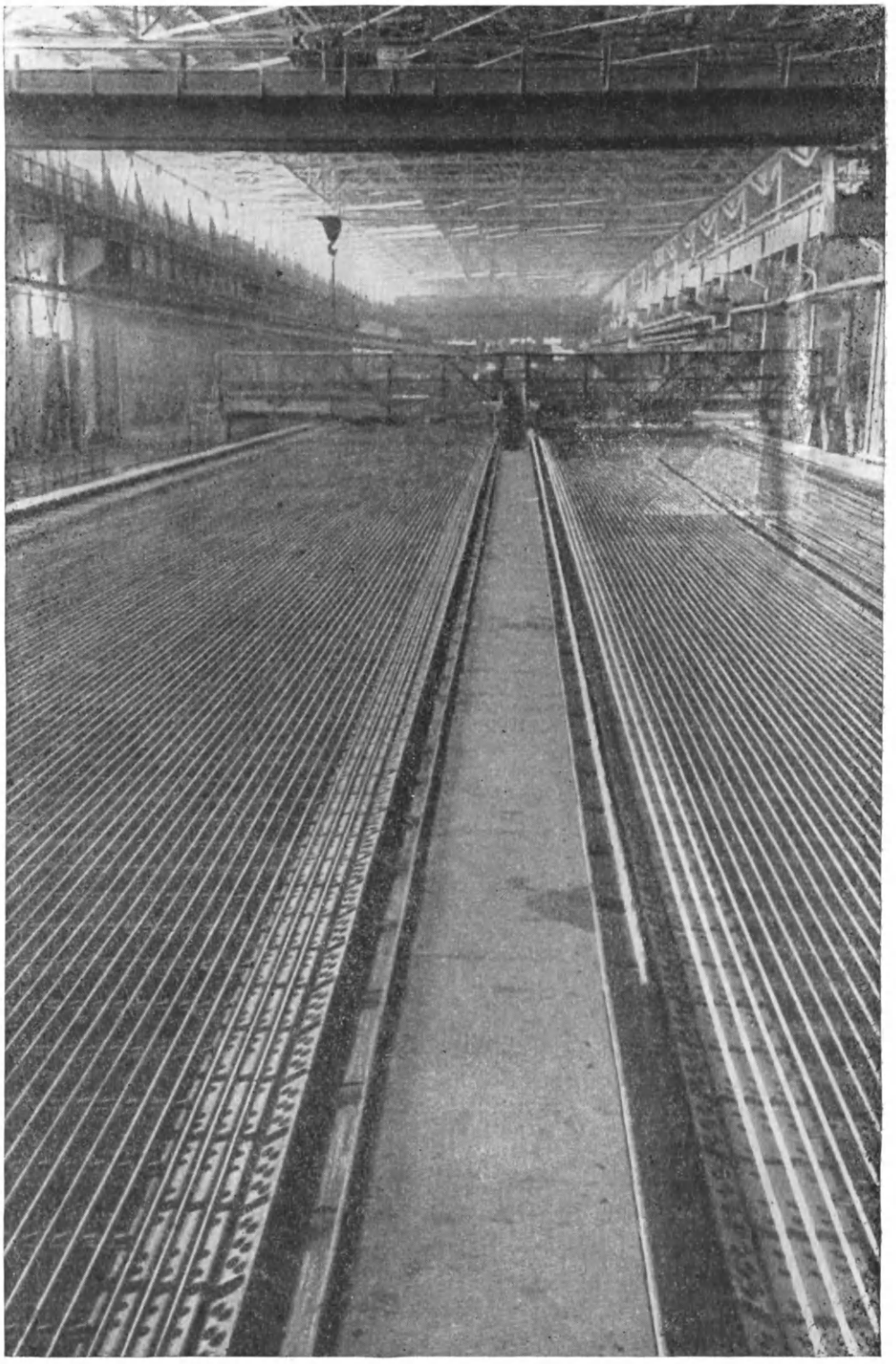
Такой громадины домны до сих пор не было в Европе. Да и в истории мировой металлургии нет случая возведения подобной домны.

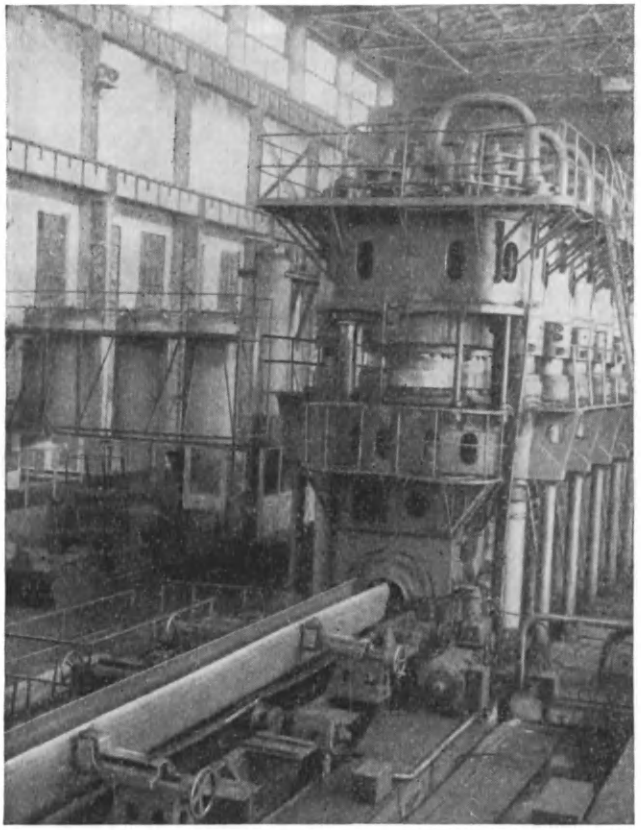
Многие строительные нормы и традиции при сооружении домны-великана были опрокинуты строителями. По типовому проекту на укладку 21 700 *т* огнеупоров и изоляционных материалов положено 180 дней. Выполнена работа за 80 дней. Для воздухонагревателей домен укладывали прежде не больше 450 *т* огнеупоров за сутки. На этой домне укладывали по 600 *т* огнеупоров. Насосную станцию построили ниже уровня реки Урала на 14 *м*. Для этого пришлось соорудить гидромеханическим способом искусственный полуостров и оградить его шпунтами...

Домна высоко возвышается над своими «подругами». Но главное отличие не в размерах. Больше всего ее создатели гордятся тем, что автоматикой охвачены все стадии выплавки.

Десять раз в сутки выдает металл большая домна Магнитки. Страна получает за год от нее сотни тысяч тонн высококачественного чугуна.

ПРОФИЛИРОВОЧНЫЙ СТАН АВТОМАТИЧЕСКОГО ЦЕХА.
ЗАВОД ЗАПОРОЖСТАЛЬ





Пресс для формовки труб Челябинского трубопрокатного завода. Здесь трубы изготовляют из стальных листов — их сворачивают и сваривают.

Применение кислорода вместо воздуха привело к упрощению всего доменного хозяйства. Открылась возможность уменьшить размеры и мощность оборудования для подачи дутья, транспортирования и очистки газов. Громоздкие воздухонагреватели можно заменить более простыми. При достаточной концентрации кислорода в дутье можно будет уменьшить высоту печей, а это позволит снизить жесткие требования к механической прочности кокса.

Не меньшее значение имеет использование кислорода при выплавке стали. Даже небольшое обогащение кислородом поступающего в мартеновскую печь воздуха сокращает длительность плавок примерно на 25%. Именно кислород, как мы убедились, возродил конвертерный способ производства стали.

И все же применение кислорода — только поправка (правда, очень существенная) к известной нам двухступенчатой технологической схеме, по которой из руды сначала получают чугун, а затем переделывают его в сталь. Ученые нашей страны давно уже задумывались над принципиально новым решением задачи получения стали — прямым путем.

Один из последних вариантов этой идеи выглядит так: домна, работающая на кислородном дутье, выпускает чугун; по пути своего следования поток чугуна обрабатывается кислородом, насыщается необходимыми добавками и затем разливается на машине непрерывной разливки. Таким образом, весь процесс превращения руды в металл станет беспрерывным. Успехи автоматики позволили создать проект металлургического завода непрерывного действия, где разрозненные процессы будут соединены в единую поточную систему.

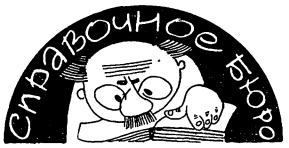
Выходит, что центральное место во всем процессе все же занимает доменная печь. А нельзя ли обойтись совсем без домен? Принципиально бездоменный процесс может протекать примерно так. Во вращающихся трубчатых печах железная руда превращается в железо. При помощи магнитов крупинки железа отделяются от остальной массы, и чистый продукт готов для дальнейшей обработки. Из железного порошка можно штамповать готовые изделия. Из него можно варить сталь различных сортов, прибавляя необходимые добавки (легирующие элементы).

С вводом в эксплуатацию гигантских электростанций советская металлургия получит много дешевой электроэнергии. Это создаст благоприятные условия для развития электродоменного производства и для еще более широкого применения электричества на всех последующих стадиях обработки железных сплавов.

Успехи атомной физики натолкнули на идею так называемой радиационной металлургии. Ее выдвинул акад. И. П. Бардин. «Я думаю,— говорил он,— что на первых порах человек станет «конструировать» с помощью радиоактивного воздействия легированные стали требующегося состава, не вводя в них редких и дорогих легирующих добавок, а создавая их прямо в ковше расплавленной стали. Из атомов железа, может быть, серы, фосфора... под влиянием потока лучей в расплавленном металле произойдут целенаправленные ядерные превращения».

Над решением этой и других, не менее увлекательных и важных проблем предстоит поработать будущим поколениям металлургов.

В мощных «челюстях» прокатного стана раскаленные добела бруски металла превращаются в широкие ленты толщиной всего в несколько миллиметров. На обороте: здесь получают алюминий.



НЕСКОЛЬКО СОВЕТОВ ТЕМ, КТО СОБИРАЕТСЯ ПАЯТЬ

ПАЙКА К АЛЮМИНИЮ

Паять к алюминию очень трудно, но все же можно. Вот несколько способов пайки к алюминию.

Первый способ. Сначала зачищенную поверхность алюминия лудят припоями, состоящими из цинка 15—50% и олова 85—50%. Или: цинка 8—15%, олова 87—73% и алюминия 5—12%. Если в припое цинка меньше 30%, можно паять обычным паяльником. Увеличение количества цинка в припое потребует более мощного паяльника. В качестве флюса используют парафин или стеарин.

Второй способ. Зачищенную поверхность алюминия смазывают раствором канифоли в серном (медицинском) эфире и посыпают мелкими медными опилками. После этого залуживают место пайки обычным оловянным припоем.

Третий способ. Место пайки зачищают и наносят 2—3 капли насыщенного раствора медного купороса. Затем алюминиевую деталь подключают к отрицательному полюсу батарейки от карманного фонаря, а к положительному присоединяют кусочек оголенной медной проволоки, которую вводят через верх капли раствора. Это нужно делать так, чтобы конец проволоки не касался поверхности алюминия. Через несколько минут на нем осядет слой меди, к которому можно припаивать обычным способом.

ЛЕГКОПЛАВКИЕ ПРИПОИ

Легкоплавкие припои предназначены для пайки при помощи обычных паяльников. Мы приводим здесь рецепты трех таких припоев. Третник: 1 часть олова и 2 части свинца. Половинник: 1 часть олова и 1 часть свинца. А если сплавить 12 частей олова и 7 частей свинца, то припой даст блестящую поверхность пайки.

ТВЕРДЫЕ ПРИПОИ

Твердые припои имеют сравнительно большую температуру плавления, поэтому использование обычных паяльников невозможно. Но к пайке твердыми припоями все же приходится прибегать в тех случаях, когда требуется очень прочно соединить сравнительно массивные детали.

Пайку твердыми припоями осуществляют следующим образом. Сначала приготовляют мелкие опилки нужных металлов или сплавов, а затем смешивают их вместе в следующих пропорциях:

для пайки меди и стали — 1) цинка 1 часть, меди 2 части; 2) цинка 1 часть, латуни 4 части;

для пайки латуни и бронзы — 1) меди 13 частей, серебра 11 частей; 2) цинка 5 частей, латуни 5 частей;

для пайки серебра — латуни 1 часть, серебра 1 часть.

Затем спаиваемые части деталей очищают до блеска и смазывают кашицей из воды и буры (буру можно заменить смесью равных частей борной кислоты и обычной соды), а сверху посыпают приготовленной смесью опилок. После этого спаиваемое место нагревают на огне газовой плитки до расплавления припоя.

ПАЯЛЬНЫЕ ЖИДКОСТИ, ЖИРЫ И ПАСТЫ

Паяльная кислота. В крепкую соляную кислоту положите кусочки цинка и оставьте там, пока он не перестанет растворяться (примерно около суток). Образовавшийся раствор хлористого цинка сливают и тщательно фильтруют. Этот раствор нужно хранить в пузырьке с притертой стеклянной пробкой.

Помните: для пайки при электромонтаже паяльная кислота непригодна. В этих случаях используется канифоль.

Канифольная паяльная жидкость. Растворите в спирте (денатурате), ацетоне или серном эфире кусочки канифоли до образования сиропообразного раствора. Этим раствором смазывают спаиваемые места с помощью кисточки.

Паяльные жиры. Наиболее доступны для изготовления два вида паяльных жиров.

Первый рецепт. Сплавьте 25 частей канифоли и 65 частей сала. В смесь, пока она еще полностью не остыла, добавьте при тщательном размешивании 10 или 15 частей нашатыря в мелкоистолченном виде.

Второй рецепт. 2 части сухого хлористого цинка (отжатый и высушенный осадок, который получается при изготовлении паяльной кислоты) смешайте и тщательно разотрите с 3 частями вазелина. Затем в эту смесь добавьте еще по 5 частей вазелина и олова и размешайте.

Паяльные пасты особенно удобны при пайке в труднодоступных местах. А изготовление их нетрудно.

Первый рецепт. Олово или третник (1 часть олова и 2 части свинца) измельчите в опилки и смешайте их с несколькими каплями чистого глицерина до получения жидкой кашицы. Полученный состав наносится на спаиваемое место и нагревается до расплавления припоя.

Второй рецепт. Одну часть канифоли растворите в таком же количестве серного эфира и смешайте с 2 частями оловянной пыли. Готовую смесь наносят на спаиваемое место и нагревают.

РЕМОНТ ЭЛЕКТРОПАЯЛЬНИКА

При ремонте перегоревшего паяльника можно слюду, которую трудно достать, заменить обыкновенной глиной. Стержень паяльника обмажьте слоем глины толщиной 2 *мм*. После того как глина подсохнет, намотайте нагревательную обмотку. От концов обмотки сделайте отводы из медной проволоки диаметром 0,5—0,8 *мм*. Поверх готовой обмотки снова намажьте глину до полного заполнения пространства между обмоткой и оболочкой (кожухом) паяльника.

Но *запомните*: включать паяльник в электросеть можно только после полного высыхания глины.

СОЕДИНЕНИЕ ТОНКИХ ПРОВОДОВ

При помощи пайки часто бывает трудно произвести надежное соединение тонких проводов. Значительно лучше в таких случаях сварить концы проводов. Для этого концы проводов, не очищая их от изоляции, скручивают вместе и ровно подрезают. Затем место скрутки вносят в пламя спиртовки. Концы проводов свариваются в небольшой шарик, который остается только изолировать.

ПОЛУЧЕНИЕ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

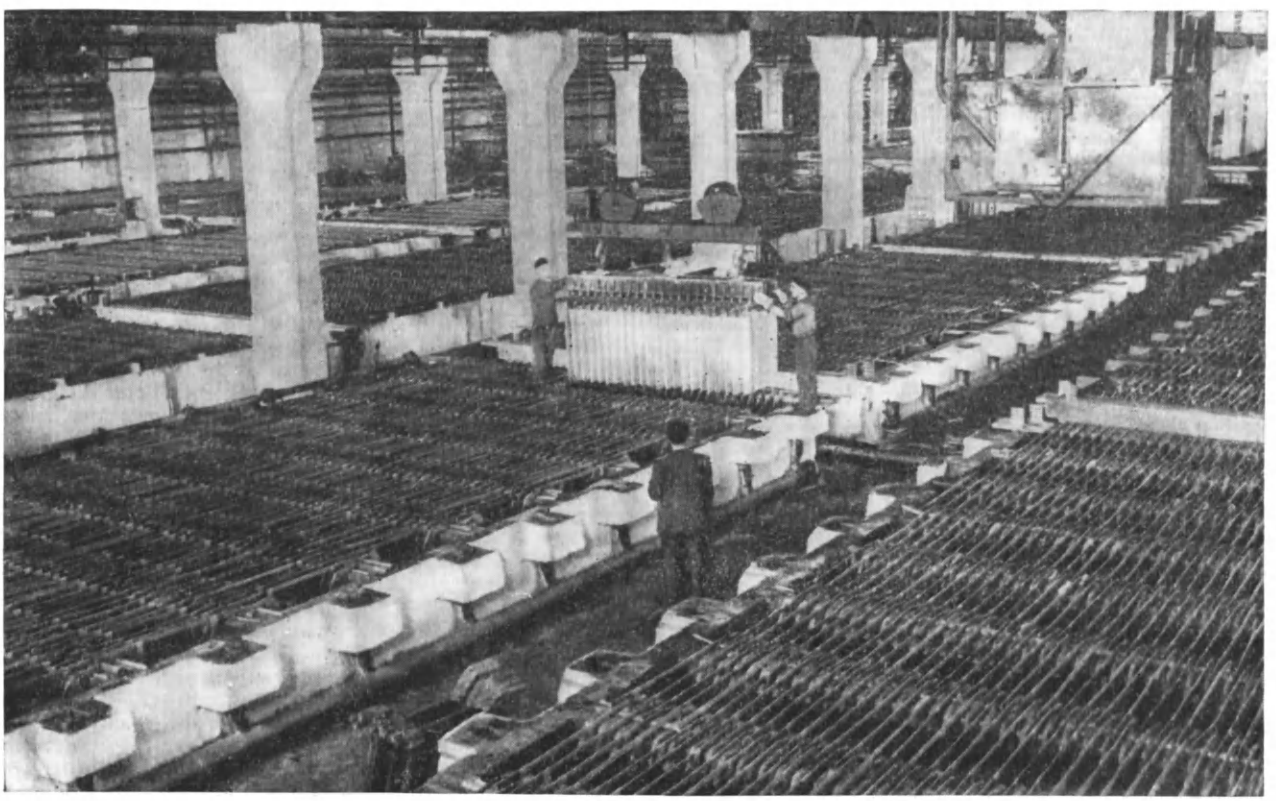
Руду цветного металла добыли из земли и очистили от большей части пустой породы (см. ст. «Добыча и обогащение руд цветных металлов»). Но даже лучший, стопроцентный рудный концентрат — только сырье. Из него нужно извлечь металл.

При обогащении руды разрушались сравнительно слабые связи отдельных минералов в природе. Теперь же нужно вторгнуться внутрь минерала, внутрь соединения, порвать крепчайшие химические связи между элементами. Тут не обойдешься действием центробежной силы или пузырьков пены. Пришла пора более мощных средств. И прежде всего — высоких температур. Та отрасль металлургии, которая их использует, носит имя п и р о м е т а л л у р г и и (от слова, означающего в переводе с греческого «огонь»).

Главные спутники металлов в рудах — сера и кислород. Их-то и нужно удалить. Сначала попытаемся «расправиться» с серой. Металлы так прочно связаны с ней, что «соглашаются» только на обмен — место серы должен занять другой элемент. Обычно им оказывается кислород. А проходит эта обменная операция при обжиге руд — сера выгорает, ее место занимает кислород. Словом, в конечном счете перед металлургом опять окисел — только на этот раз не природный, а искусственный.

Наступает самый ответственный момент — «прощание» с кислородом. Принцип очень прост: кислороду «предлагают» какой-нибудь «лакомый» для него элемент — углерод, водород, кремний. А хром, титан, марганец, например, можно освободить от кислорода с помощью более дешевого, чем они; алюминия.

Называется этот процесс в о с с т а н о в л е н и е м металлов из руд. Для того чтобы он мог идти, пускают в ход высокие температуры, расплавляя руду.



В электролизных ваннах ток очищает медь от примесей. Вот как выглядит цех электролиза меди Норильского металлургического комбината.

Посмотрим, как этим способом получают медь на современных заводах.

Попробуйте смешать в бутылке воду и растительное масло. Как ни перемешивай, масло в конце концов всплывет. Вот так же не могут смешаться в расплаве и всплывают наверх более легкие, чем металл, жидкие шлаки. Внизу, под их слоем,— расплавленный металл. Все это происходит в огромной печи, внутрь которой вдуваются топливо и воздух, а на поду плавится под действием пламени концентрат. Такая печь очень напоминает мартен (см. ст. «Мартеновская печь»). Выходят из печи отдельно жидкие шлаки и жидкий штейн — так называют смесь меди с железом, серой, серебром, золотом, никелем и т. д.

Штейн поступает от печи в конвертеры (см. ст. «Из чугуна в сталь»). В них, как и при переработке чугуна, через штейн продувается воздух. Так выжигается сера, удаляется железо. Но уходят на это не минуты, как в конвертерах для чугуна, а часы, часто даже десятки часов. Зато теперь вместо штейна получается черновая медь. Примесей в ней только 1—2%, а не 70—80%, как в штейне. Но и эти маленькие проценты не устраивают технику.

Снова пускается в ход огонь. Следующая стадия очистки меди так и называется — о г н е в о е р а ф и н и р о в а н и е. Опять выжигаются остатки серы и некоторых других элементов. И опять при этом часть меди окисляется. Чтобы вернуть меди свободу от кислорода, в ванну с расплавом погружают деревянные жерди, словно дразнят медь. Это так и называется — д р а з н е н и е. Дерево отбирает у меди кислород. Теперь примесей уже только десятые доли процента.

Когда-то с этим приходилось мириться. Теперь можно идти дальше. Медь отправляется на электролиз. Брусок очищаемой меди помещается в электролитическую ванну в качестве анода. Электрический ток переносит к катоду только атомы меди. Золото, платина, серебро опускаются на дно ванны. Они тоже не пропадут.

Маленькое отступление. Все большее значение приобретает сейчас х л о р и р о в а н и е м е т а л л о в. Руду цветного металла, например олова, обрабатывают хлором. Затем задача уже не в восстановлении металла, не в освобождении его от кислорода, а в разрушении соединения металла с хлором. Это проще и не требует таких высоких температур. Поэтому и распространяется этот метод, несмотря на один недостаток хлора — едкость.

В таких электролизных ваннах при температуре почти 1000° получают алюминий из глинозема. На снимке —электролизные ванны Надвоицкого алюминиевого завода в Карелии.

Но вернемся к электролизу. Он помогает металлургам и в получении алюминия из расплавленного соединения металла с кислородом.

Очень сложную задачу поставил в свое время перед металлургами этот важнейший из цветных металлов. Его рудный концентрат— глинозем (окись алюминия) — плавится при очень высокой температуре — две с лишним тысячи градусов. Почти на 1000° выше точки плавления меди. Чтобы понизить температуру плавления, пришлось искусственно понижать концентрацию алюминия в электролитической ванне — растворять глинозем в расплавленном минерале криолите. Точка плавления раствора чуть ниже тысячи градусов. А это уже устраи-

вает металлургов. Правда, природного криолита на земле так мало, что минерал этот приходится изготовлять искусственно. Но и это все равно дешевле, чем каждый раз нагревать чистый глинозем.

В раскаленном растворе молекулы глинозема распадаются на составные части — атомы алюминия и атомы кислорода. Электрический ток захватывает атомы алюминия и «укладывает» их на катод. В данном случае катодом служит дно самой ванны с глиноземно-криолитовым расплавом.

Титан и магний, кальций и бериллий и многие другие металлы часто тоже получают с помощью электролиза, разлагая их расплавленные соли. Но для того чтобы сделать эти соли жидкими, опять требуются высокие температуры.

Однако металлурги в ряде случаев умеют обходиться без такого сильного нагрева. Кроме пирометаллургии, существует г и д р о м е т а л л у р г и я. Тут металл тоже переводится в жидкость, но не огнем, а с помощью химического растворителя. Им могут оказаться и просто вода, и растворы кислот, щелочей, солей, и сложные органические жидкости.

Извлечь чистый металл из раствора его соединения сравнительно легко. В одних случаях пускают в ход электролиз. В других прибегают к обменным химическим реакциям. Вы, наверное, знаете, что, если опустить в жидкий медный купорос кусок железа, хотя бы старое бритвенное лезвие, на нем начнет осаждаться медь. В обмен в раствор уходят ионы железа. Тот же по существу процесс идет в заводских масштабах на многих предприятиях, получающих медь.

Особенно широко применяется гидрометаллургия при переработке комплексных руд. В нашей стране есть комбинаты, которые из одного месторождения добывают восемь, одиннадцать, четырнадцать химических элементов. А химики Германской Демократической Республики на уникальном месторождении — Мандсфельдских нефтяных сланцах — получают даже сразу двадцать пять элементов. Когда в каждом кубическом сантиметре руды есть, скажем, и марганец, и кобальт, и молибден, и еще добрый десяток ценнейших элементов, куда легче отделить металлы в целом от пустой породы, чем друг от друга. И вот рудный концентрат поочередно обрабатывается сильными реактивами. Стремятся к тому, чтобы в каждой жидкости растворились соединения только одного металла.

В металлургию все больше проникают иониты — особые синтетические смолы (см. ст. «Настоящее и будущее ионитов»). Погруженные в соответствующий раствор, они забирают из него, скажем, ионы золота. Химики утверждают даже, что иониты сделают выгодной, например, добычу драгоценных металлов из вод океанов.

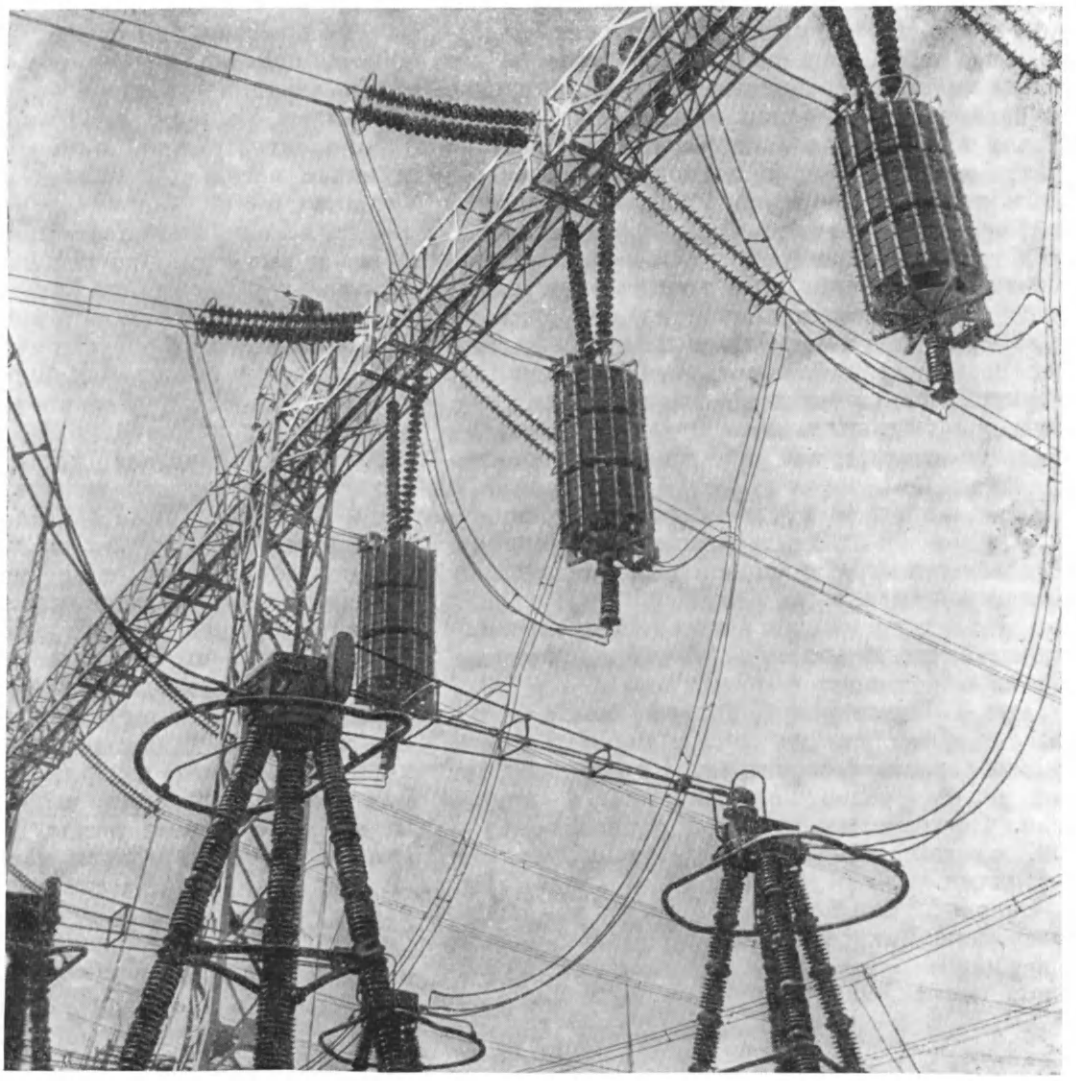
Добыча и получение цветных металлов имеют огромное народнохозяйственное значение. Ведь в ряде случаев цветные металлы просто незаменимы. Хотите убедиться в этом? Тогда прочитайте следующую статью.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ. СПЛАВЫ

Последнее издание Большой советской энциклопедии приводит список из двадцати одного названия цветных металлов, которые нигде не используются. С момента выхода тома, где напечатан этот список, прошло всего несколько лет, но уже можно, не задумываясь, вычеркнуть из него добрую половину названий. Ведь в него попали, например, неодим и гадолиний, придающие, как теперь известно, теплостойкость магнию; туллий, радиоактивный изотоп которого стал основой создания переносного рентгеновского аппарата. Нашлось применение и для некоторых других цветных металлов, объявленных было «бездельниками».

Что же говорить о давно признанных цветных металлах? Человек без них уже как без рук. А л ю м и н и й — король воздуха. Его соперник в авиации — т и т а н. Титановые сплавы несколько тяжелее лучших алюминиевых, но прочнее их в 3—4 раза и выдерживают вдвое более высокую рабочую температуру.

Зато алюминий начинает понемногу теснить медь в электропромышленности, о л о в о — в изготовлении консервных банок, с в и н е ц — в оболочках электрокабелей. Он проник в



Идет большой ток, идет на большие расстояния, и дорога у него обычно медная.

строительство: из него для ряда зданий делают оконные рамы и переплеты, различные облицовочные детали. Появляются и цельноалюминиевые здания.

Медь по-прежнему незаменима в электропромышленности, она идет на подшипники, используется при изготовлении ряда лекарств. Давно кончились медный и бронзовый века, но потребление меди с каждым годом увеличивается и расширяется.

Ртуть тоже обслуживает одновременно многие отрасли хозяйства — медицину (сулема и многое другое), горное дело (гремучая ртуть в детонаторах), электротехнику (ртутные выпрямители) и т. д.

Золото и платина доказали в последние годы, что их не зря называют и благородными и драгоценными. Но истинная причина, конечно, не в их красоте. Золото оказалось хорошим сварочным металлом и используется сейчас в ядерных реакторах, в деталях ракет и самолетов (прежде всего в реактивных двигателях).

Перед платиной тоже широко открыты двери атомной и реактивной промышленности, электроники и т. д. Но, может быть, самые многообещающие возможности — в ее качествах как катализатора. Это, пожалуй, лучший из известных нам неорганических ускорителей химических реакций.

Совсем неожиданная вещь произошла с серебром. Промышленность требует его больше, чем дает сегодня горное дело! Идут в переплавку серебряные монеты и слитки из банковских подвалов. Соединения серебра входят в состав кино- и фотопленок; серебро губит бактерии, поэтому им покрывают поверхности многих устройств в пищевой и консервной промышленности; чистое серебро, благодаря своей высокой электропроводности, становится материалом для изготовления ответственнейших деталей во многих приборах.

Бериллий замедляет нейтроны в атомных реакторах, в сплаве с медью поставляет сверхупругие пружины, сверхпрочные клапаны и подшипники. А в сплаве с алюминием он готов соперничать с титаном в самолетостроении.

Стронций великолепно поглощает газы. Он же повышает твердость меди, свинца, используется красильщиками, добавляется в оптическое стекло.

Рубидий и цезий (вернее, их соединения) теснят натрий и калий в аккумуляторах, завоевывают фотоэлементы.

Так — одни больше, другие меньше — показали себя в технике цветные металлы. Надо, однако, сразу оговориться. Практически все они очень редко применяются в чистом виде. Цветные металлы сильны своей дружбой, союзом между собой или с черными металлами.

Сплавы... Кто не знает бронзу — медь, олово, алюминий, свинец; латунь — медь плюс цинк; сталь — сплав железа с углеродом плюс вольфрам или хром, никель, кобальт или марганец... А порой сплав включает в себя сразу несколько металлов, понемногу, конечно. Так, дюралюминий — сплав авиации — включает в себя, кроме самого алюминия, 5% меди и по 1% марганца и магния.

В электротехнике применяются сплавы алюминия с магнием, кремнием и кадмием.

Нихром — сплав никеля с хромом — пошел на спираль электроплитки. Это — награда за высокое сопротивление и устойчивость против окисления. Еще более почетная работа у других сплавов никеля и хрома. За стойкость при высоких температурах они стали материалом лопаток реактивных двигателей, деталей газовых турбин, жаропрочных труб. Еще улучшает их качество прибавка кобальта.

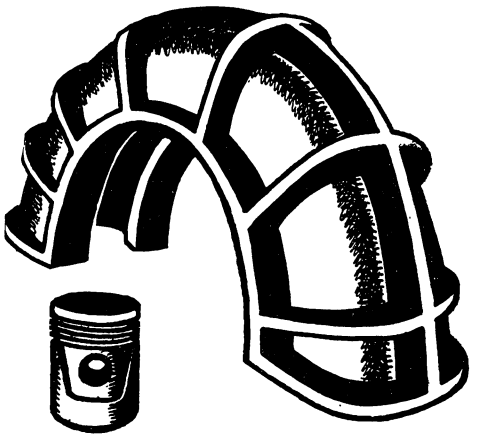
Можно поручиться, что вы не видели ни одного предмета, сделанного из феррониобия — сплава, который на 60% состоит из ниобия, на 40% из железа. Дело в том, что в таком виде поступает ниобий в цехи, где его вводят в сталь. В конечном счете его оказывается там меньше одного процента. Но и этого достаточно, чтобы повысить стойкость стали к воздействию высоких температур и кислот.

Хром придает сталям особую твердость. Из хромистой стали изготовляют скальпель хирурга и резец токаря, бритву и сверло. Благодаря добавлению вольфрама в металл, из которого делают резцы, достигнуты современные скорости резания металлов — тысячи метров в минуту. «На стали» главным образом работают ванадий и марганец, молибден и рений... Без этих «витаминов стали», как их часто называют, невозможна современная промышленность.

МЕТАЛЛ И ФОРМА

Посмотрите вокруг себя. Вы найдете массу вещей, изготовленных при помощи литья. Радиаторы центрального отопления — это чугунное литье; и в обыкновенной печи дверцы, колосники, вьюшки — литые чугунные. Мясорубка, жаровня, ступка тоже отлиты из чугуна и других сплавов. Но всего больше литых деталей в разных машинах. В общем весе многих машин, особенно технологических, вес литых деталей составляет до 90%.

Никаким другим способом нельзя придать металлу такие замысловатые формы, какие получают литьем, т. е. используя свойство жидкости приобретать форму сосуда. Метод изготовления изделий литьем позволяет наиболее целесообразно распределить металл в изделии. Где деталь подвергается большей нагрузке, сечение делают большим, а места, на которые падает небольшая нагрузка,— более тонкими. При этом точными методами литья (см. ст. «Ли-



Создание любой машины начинается в литейном цехе. *Вверху* — деталь корпуса турбины, она отлита из чугуна; *внизу* —поршень автомобильного двигателя, отлитый из алюминиевого сплава.

тейные без земли») удается изготовлять детали сложной конфигурации, и настолько точно, что они почти не требуют последующей обработки на станках.

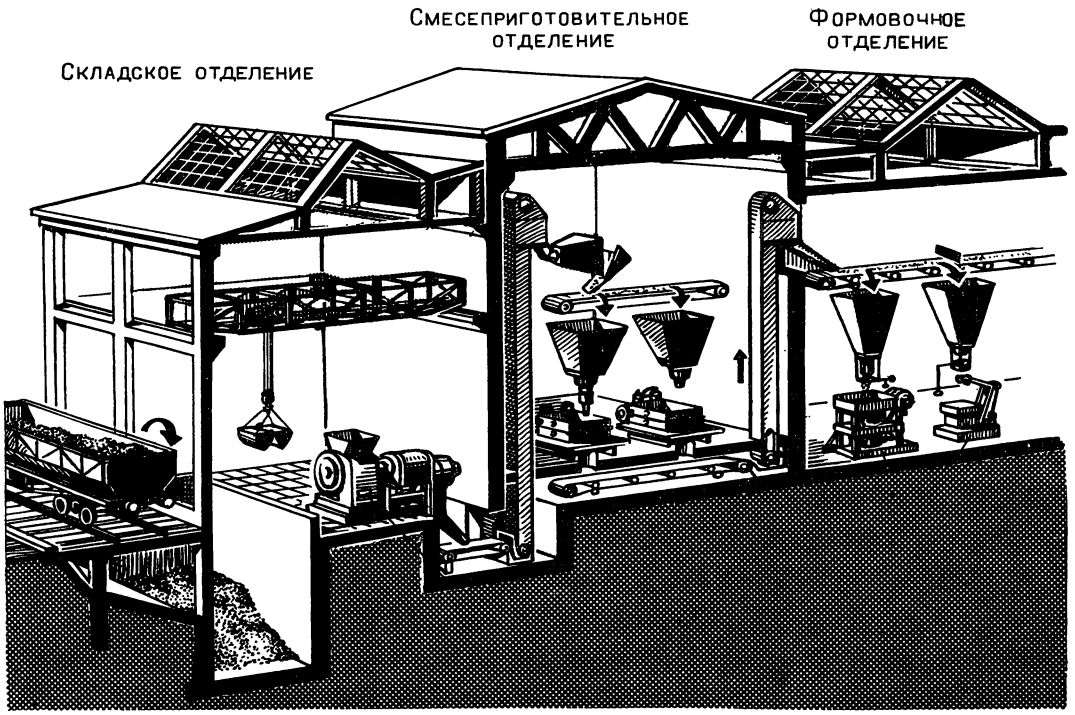
Литейное производство было и остается основой всего машиностроения. По выпуску отливок черных металлов СССР занимает первое место в мире.

Деталь и металл

Отливки делают обычно не из чистых металлов, а из их сплавов — чугуна, стали, бронзы, латуни, баббита, дюралюминия.

У конструктора большой выбор металлов и сплавов, и он тщательно взвешивает достоинства и недостатки каждого. Для литья имеет значение не только прочность сплава. Важно знать, хорошо ли он льется, как быстро затвердевает, какую дает усадку, т. е. насколько он уменьшается в объеме при затвердевании.

Возьмите разные жидкости — воду, керосин, подсолнечное масло, сметану. Попробуйте вылить на блюдце несколько капель каждой из этих жидкостей, и вы увидите, что вода и керосин растекаются гораздо быстрее сметаны. Они обладают, как говорят металлурги, лучшей жидкотекучестью. Так же и металлические сплавы: одни растекаются так же быстро, как вода, другие очень медленно. Если сплав в жидком состоянии подвижен и невязок, то он легко заполнит любую сложную форму, быстро проникнет в ее тончайшие извилины. Из такого сплава можно получать отливку с тонкими стенками. Из сплавов, которые расплываются медленно, лениво,



В современных литейных цехах все операции по приготовлению и подвозу формовочной земли механизированы.

тонкостенную отливку не получишь; они могут застыть прежде, чем успеют заполнить все извилины формы. Из таких сплавов можно изготовлять лишь отливки простейших форм.

Разные сплавы обладают разной усадкой. Если этого заранее не предусмотреть, в отливке могут оказаться трещины. Сплавы с низкой жидкотекучестью часто образуют усадочные раковины, и внутри отливки остаются пустоты.

Чугун — один из лучших литейных сплавов, он оттеснил даже сталь, несмотря на то что она прочнее и не такая хрупкая. Объясняется это тем, что сталь по литейным свойствам уступает чугуну и обладает меньшей жидкотекучестью. Поэтому при работе с ней приходится прибегать к различным ухищрениям, добиваясь, чтобы металл заполнил всю форму, чтобы в отливке не образовались трещины или раковины.

Вот сколько различных обстоятельств необходимо учитывать при выборе материала для отливки. Немало надо подумать и о литейной форме или, вернее, о методах литья.

Литейная форма

Задача литейщика — получить заготовку, которая по форме и качеству поверхности была бы близка к детали и требовала минимальной дополнительной обработки на станках.

При этом принимаются во внимание затрата материалов и труда, возможности механизации процессов и другие факторы, определяющие их экономичность. Существуют различные методы литья.

Самый древний — литье в песчано-глинистые формы, или, как говорят, литье в землю. Недостаток этого метода заключается в том, что песчано-глинистые формы пригодны лишь для разового пользования.

Для получения отливок применяют также полупостоянные формы, их делают из особых, обжигаемых при высокой температуре (600—700°) смесей. Они служат обычно 40—50 раз. Очень эффективны постоянные металлические (кокильные) формы, которые можно использовать для заливки металла сотни и даже тысячи раз.

Стремление сделать такие отливки, которые не требовали бы дополнительной обработки на станках, породило многочисленные методы точного литья: в оболочковую форму, под давлением, кокильное, центробежное и др. Ниже мы остановимся на этих методах подробнее. Однако основная масса литья (до 85%) пока производится в разовых песчано-глинистых формах. Посмотрим же, как получаются такие отливки.

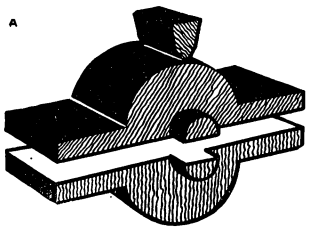
Литье в землю

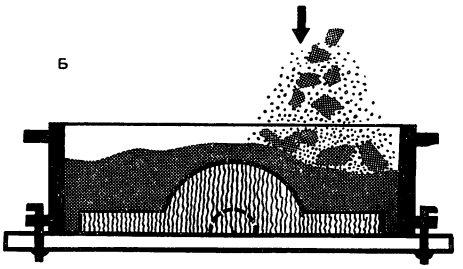
Чтобы отлить даже простое изделие, например втулку из чугуна, нужно проделать очень сложную работу, выполнить множество операций. Сначала в модельном цехе изготовляют модель втулки. Ее обычно делают из дерева или металла, она разъемная и состоит из двух половинок. Затем в землеприготовительном отделении литейного цеха подготавливают из земли и различных добавок формовочную смесь. Но у втулки есть внутреннее отверстие — значит, необходимо приготовить еще одну смесь — для стержней. Назначение стержней — заполнить те места в форме, которые в детали, в данном случае во втулке, соответствуют отверстиям.

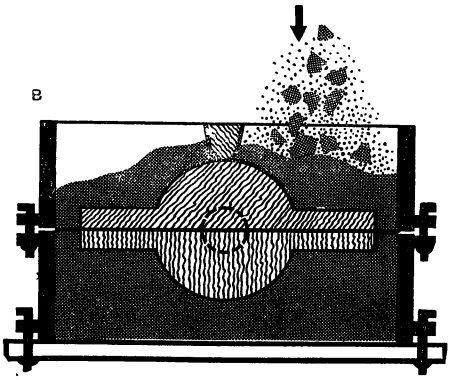
Итак, смесь для формы готова. Формовщик делает земляную форму втулки. Он берет одну половину модели и кладет ее на металлическую плиту — подмодельную доску. На эту же плиту он ставит металлический ящик без дна — опоку — так, чтобы внутри него оказалась половина модели. После этого опоку плотно набивают формовочной землей, а затем переворачивают, чтобы половинка модели оказалась разъемом вверх. На эту опоку формовщик ставит еще одну. В стенках опок снаружи сделаны петли. В них вставляются металлические штыри, и таким образом две опоки скрепляются друг с другом.

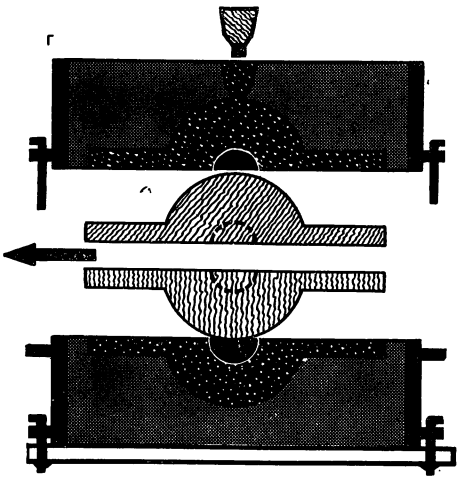
В верхнюю опоку кладется вторая половинка модели так, чтобы она точно попала на первую. Формовщик вставляет в верхнюю половину опоки два деревянных конусных брусочка. Если брусочки извлечь, в форме останутся два отверстия. В одно можно заливать металл, а другое служит для выхода воздуха и газов. Теперь и эту опоку тоже можно заполнить смесью и хорошо уплотнить. Плотность земли всюду должна быть одинаковой.

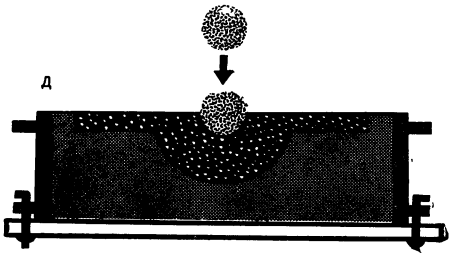
Теперь из земли надо вынуть деревянную модель. Для этого верхнюю опоку осторожно снимают с нижней и вынимают обе половинки модели; в земле остаются четкие отпечатки двух половинок втулки. Их и уже приготовленный стержень покрывают особой краской — противопригарной. Затем в полость формы вставляют стержень и прорезают в земле

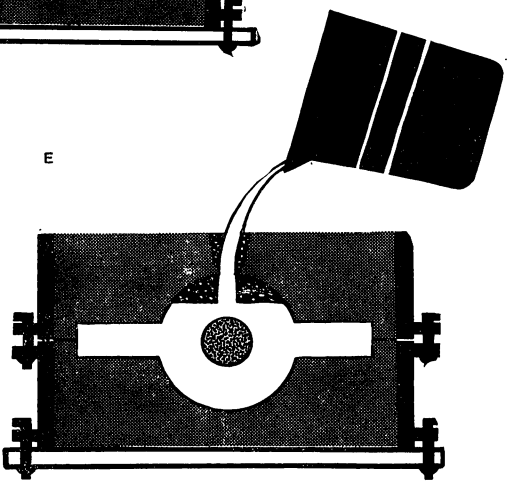


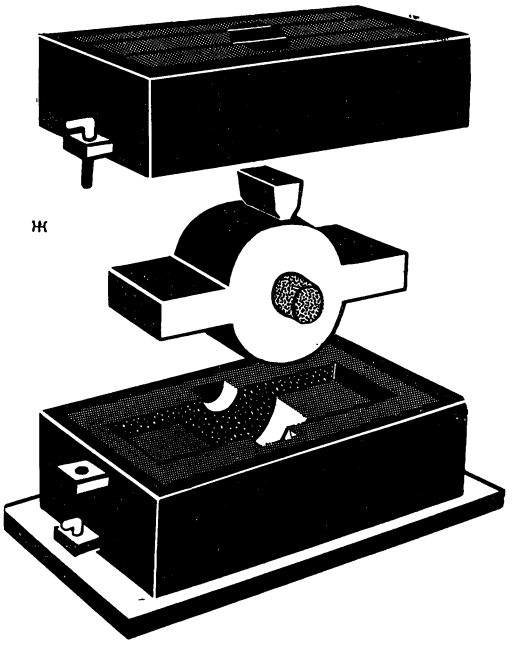


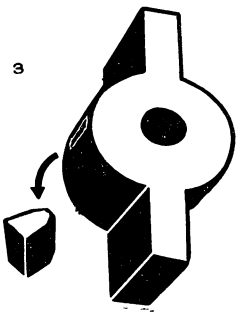




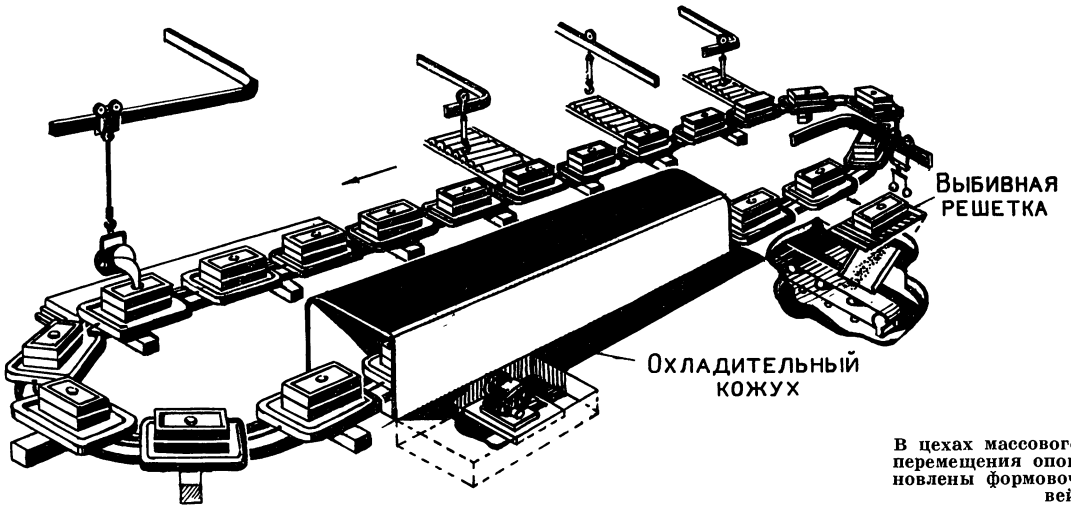








Чтобы изготовить в земляной форме литую деталь, прежде всего надо сделать деревянную модель (*А*). Затем половину модели и опоку кладут на подмодельную плиту и засыпают землей (*Б*). Землю в опоке уплотняют и переворачивают ее вместе с землей и моделью. На перевернутую опоку ставят вторую половинку модели и вторую опоку, скрепляют ее с первой, а затем тоже засыпают землей и уплотняют (*В*). Земляная форма готова. Поэтому деревянную модель теперь вынимают из нее (*Г*), а в форму вставляют стержень (*Д*), снова собирают форму и заливают металлом (*Е*). Готовую деталь выбивают из земли (*Ж*), вынимают из нее стержень, отделяют литник (*З*), и деталь готова для дальнейшей обработки на механических станках.



В цехах массового производства для перемещения опок и их заливки установлены формовочно-заливочные конвейеры.

канал, соединяющий отверстия для заливки с полостью формы,— литниковый ход. Нижнюю половину опоки снова накрывают верхней и на нее накладывают груз. Все готово: в земляной массе получилась форма совершенно такая же, как втулка; после того как форма немного подсохнет, в нее можно заливать металл.

Подводят ковш, и жидкий металл заливают в отверстие формы. Отливка готова. Нужно только подождать, пока она остынет, и тогда ее можно вынуть — выбить из формы.

Однако на полученной отливке остаются наросты от литникового хода и отвода для газа — выпора. Их легко отделить одним-двумя ударами молотка. После этого остается только очистить отливку от приставшей формовочной земли.

Литейщикам приходится иметь дело с большими массами песка и других сыпучих материалов. Так, для получения одной тонны отливок требуется около 5 $м^3$ формовочной смеси и 0,5—0,7 $м^3$ стержневой. Это в 40 раз больше объема, нужного для отливки металла. Легко представить, как тяжел был труд литейщиков, когда подвоз земли, приготовление смеси, перенос опок с места на место производились вручную или на тачках. В современных литейных цехах все операции, включая транспортные, механизированы и автоматизированы.

Вы входите в современный литейный цех. Вас встречает шум мерно отбивающих такт формовочных машин. Для перемещения опок и их заливки служат заливочные конвейеры — цепь тележек, движущихся с небольшой скоростью по рельсам. Сборщики сталкивают формы на тележки и их на ходу заливают металлом. За время, пока форма по конвейеру достигнет выбивного участка, она успеет остыть. Кран снимает форму с конвейера. Пустые опоки возвращаются к формовщикам. Дальше отливки разными способами очищают от приставшей земли. Наиболее совершенный из них — гидравлический (очистка водой).

А теперь остановимся на специальных видах литья.

Литейные без земли

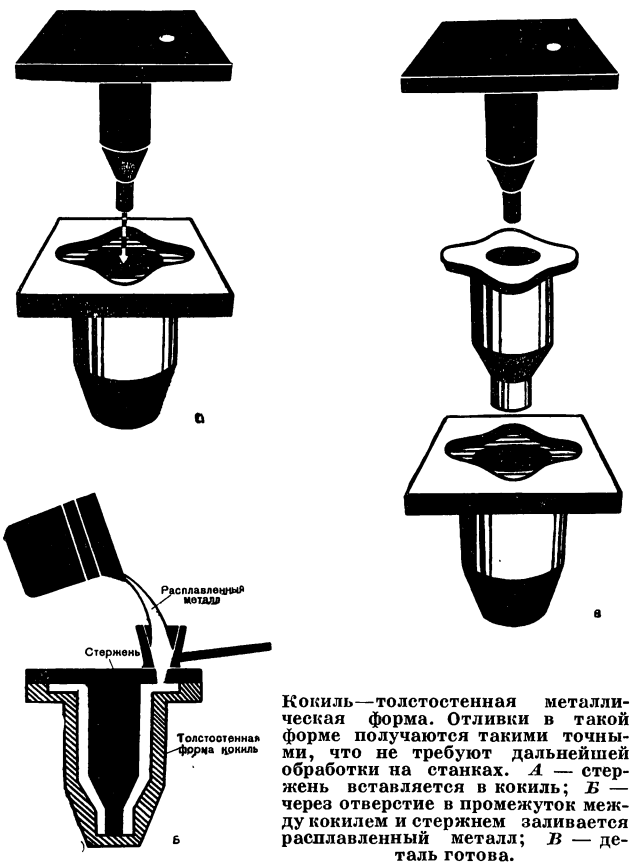
Кокиль — французское слово, в переводе на русский язык означает «раковина». Это толстостенная металлическая форма. К ней прибегают тогда, когда необходимо изготовлять большое количество одинаковых отливок.

Перед заливкой металла в одну из половин кокиля вставляют стержни. Затем две половины кокиля соединяют и плотно скрепляют. В собранный таким образом кокиль заливают жидкий металл. Здесь он очень быстро затвердевает. Через несколько минут после заливки деталь можно уже вынуть. Затем внутреннюю поверхность кокиля продувают сжатым воздухом, прокрашивают и... снова начинают литье. Таким образом, в один и тот же кокиль можно заливать металл в течение нескольких часов подряд и за это время получить сотни и даже тысячи отливок.

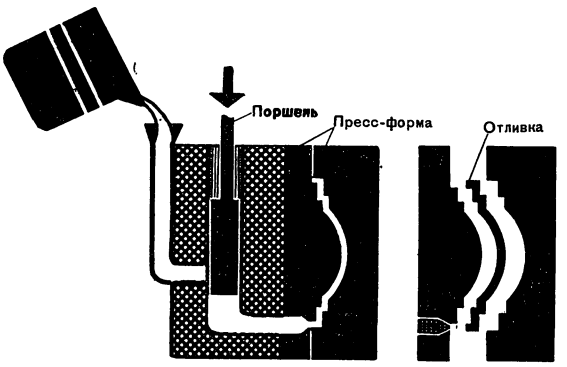
Этот способ имеет много преимуществ перед литьем в земляные формы. Не нужна формовоч-

ная земля, отпадает необходимость во многих машинах: землесмесительных, формовочных, кранах и т. д. Улучшаются условия труда, повышается производительность, а отливки получаются такими точными, что не нуждаются в дальнейшей обработке на станках. Но зато на производство самих кокилей приходится затрачивать много дорогостоящего металла, труда и времени. Однако в конечном счете эти дополнительные затраты оправдываются, кокильное литье находит на наших заводах все более широкое применение.

Литье под давлением. Мы уже знаем, что литейные сплавы отличаются разной степенью жидкотекучести. Но оказалось, что если подвергнуть слой жидкого металла усиленному давлению, то металл можно заставить течь быстрее. Однако обыкновенные кокили не выдерживают высокого давления и разрушаются. Поэтому для литья под давлением изготовляют пресс-формы из специальной стали. (Этот метод литья иногда называют еще пресс-литьем.) Жидкий металл



Кокиль—толстостенная металлическая форма. Отливки в такой форме получаются такими точными, что не требуют дальнейшей обработки на станках. *А* — стержень вставляется в кокиль; *Б* — через отверстие в промежуток между кокилем и стержнем заливается расплавленный металл; *В* — деталь готова.



Литье под давлением, или пресс-литье,— еще один вид точного литья.

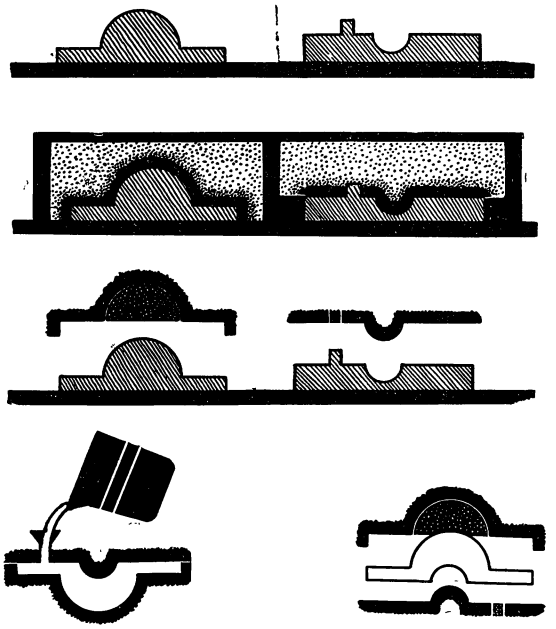
входит в форму не под действием силы тяжести, а как бы впрессовывается в нее под давлением сжатого воздуха или поршня. Металл при этом быстро затвердевает.

Этот способ литья применяется главным образом при отливке деталей из легких и цветных металлов: из цинковых, алюминиевых, магниевых и медных сплавов. Машины для литья под давлением способны выпускать по нескольку тысяч отливок в смену. Таким способом можно получать отливки с очень тонкими стенками.

Литье по выплавляемым моделям. Поиски лучших методов литья привели к еще одному решению: делать модели не из дерева или металла, а из особого легкоплавкого воскообразного вещества. Такую модель покрывают огнеупорной керамической оболочкой и заформовывают в опоку. Горячий металл расплавляет воск (парафин, стеарин) и занимает его место.

Впрочем, этот метод не нов. Так в начале прошлого столетия делал отливки знаменитый мастер художественного литья В. П. Екимов. Смысл способа в том, что модель не надо извлекать из формы, она сама выплавляется. Поэтому такой способ и называют литьем по выплавляемым моделям. Это позволяет получать из чугуна, стали и бронзы очень точные отливки. Кроме того, этот процесс, что очень важно, хорошо поддается автоматизации.

Корковые (оболочковые) формы. Иногда формы делаются не парафиновые или восковые, а из песчано-смоляных смесей (кварцевый песок и небольшое количество порошка особой искусственной смолы — пульвербакелита). Смола при нагреве до 200—250° плавится, обволакивает зерна песка, а затем затвердевает и скрепляет их между собой. При



Иногда формы делают из песчано-смоляных смесей. Литье в такие формы называется корковым. При этом способе не нужно ни опок, ни большого количества формовочной земли, ни металла для кокилей и отливки получаются достаточно точными. *Вверху* — матрицы; *в середине (два ряда)* — изготовление формы; *внизу* — заливка металла и разъем формы с готовой деталью.

этом способе также не надо ни опок, ни большого количества формовочной земли, ни металла для кокилей. Правда, отливки получаются не такими точными, как при литье по выплавляемым моделям, но гораздо точнее, чем в земляных формах. Этот способ сейчас широко распространяется.

Центробежный способ литья. Он основан на использовании центробежной силы, прижимающей металл к стенкам формы. Давление достигает нескольких атмосфер и позволяет получать отливки высокого качества. Этот способ очень эффективен.

В последние годы литейное производство усиленно механизируется и автоматизируется, уже созданы первые автоматические литейные цехи, например цех-автомат, изготовляющий поршни для автомобилей из алюминиевого сплава. На всем пути — от поступления в цех брусков сплава до упаковки поршней — человеческая рука к ним не прикасается. Отливки здесь получают не в земляных формах, а в металлических — кокилях.

Для контроля за качеством отливок в литейных цехах применяют спектральный анализ, гамма-дефектоскопы, ультразвук и др. (см. ст. «Дефектоскопия»).

■

КОВКА-ШТАМПОВКА

С того времени, как человек узнал железо, он начал искать способы сделать его крепче, надежнее и в то же время придать ему нужную форму. Губчатое железо в холодном состоянии били колотушками, чтобы «выжать из него соки», т. е. удалить примеси. Затем, чтобы легче было придать металлу нужную форму, догадались бить его в нагретом состоянии. Этот способ называли горячей ковкой.

Ковка — один из самых старых методов обработки металлов. Орудиями труда кузнеца в далеком прошлом были наковальня, молот и простейшие инструменты: бородки, зубила, гладилки и т. п. В XVI в. появились молоты, которые приводились в действие энергией движущейся воды (водяной привод). Это дало возможность увеличить вес молота (падающего бойка) в 10—15 раз — до 400 *кг*. Сила его удара, естественно, значительно возросла.

С появлением паровых машин открылись новые возможности для увеличения силы удара молота. Почти одновременно с паровозом родился паровой молот. Его боек (его называют еще бабой) весил уже несколько тонн. Но и этого оказалось мало! Все увеличивавшийся вес изделий (валы кораблей, стволы пушек) требовал более мощных молотов.

Появились прессы, которые сдавливали крупные, хорошо нагретые стальные слитки и этим придавали им нужную форму. В то же время (60—70-е годы прошлого века) появились прокатные станы (см. ст. «Черная металлургия»). Но кузнечная обработка не потеряла после этого своего значения. В наше время она получила новое развитие. Ковкой не только придают металлу нужную форму, но и одновременно улучшают его качество: делают его более однородным и прочным.

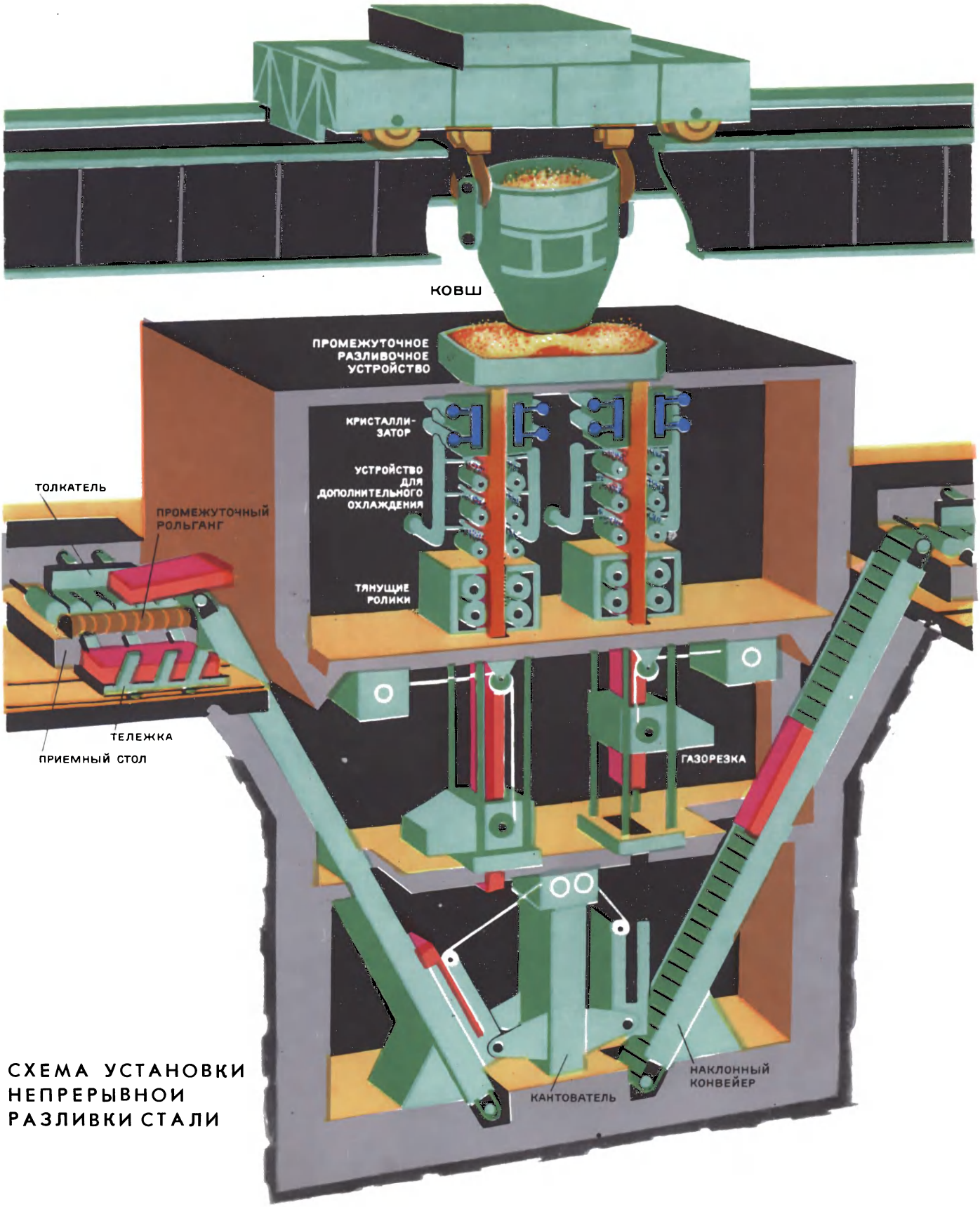
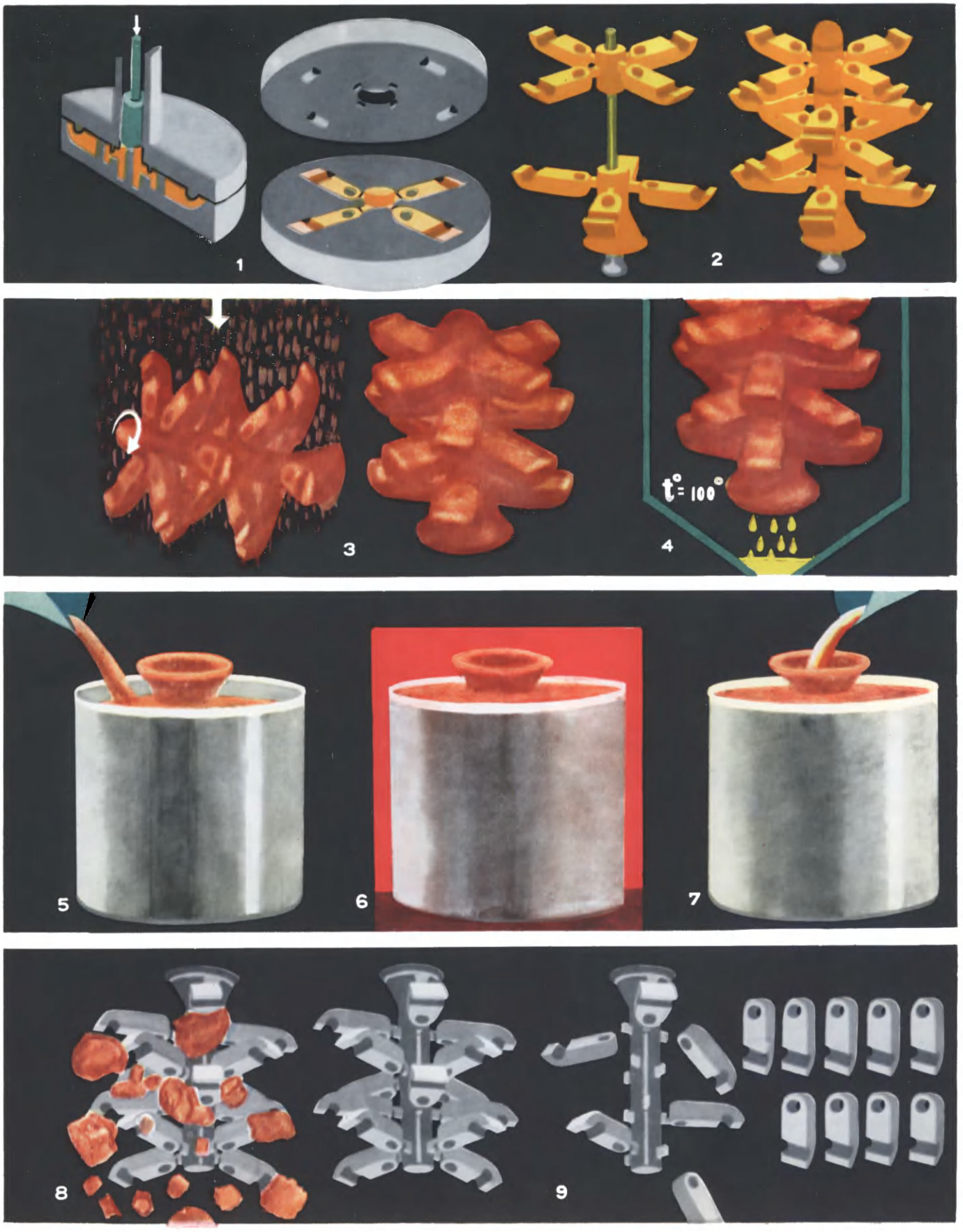
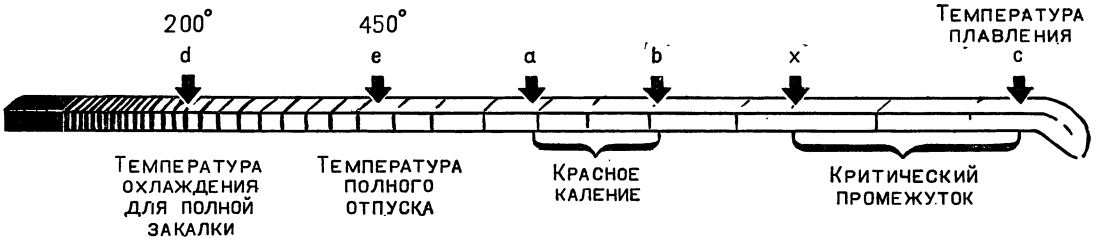


СХЕМА УСТАНОВКИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ СТАЛИ


1
2
3
t° = 100°
4
5
6
7
8
9

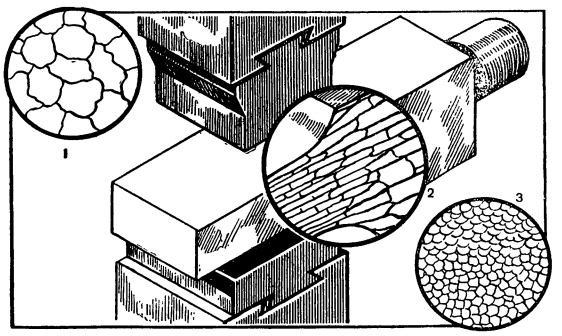


«Критические точки» Чернова: *a* — нижний предел, до которого нужно нагреть сталь при закалке; *в* — вторая критическая точка, она зависит от содержания углерода в стали; между *x* и *c* — температура плавления стали разных марок.

Искусство нагревать металл

Процесс ковки основан на природных пластических свойствах металлов. Однако когда металл холодный, эти свойства проявляются крайне слабо или вовсе исчезают. Поэтому, для того чтобы металл стал пластичным, его нагревают до температуры свыше тысячи градусов. Искусство нагревать металл очень сложное и тонкое. Кузнец или штамповщик должен помнить, что сталь каждой марки (или другой сплав) требует особого температурного режима. Ведь металлы — тела кристаллические. Каждый кристалл состоит из определенного числа симметрично расположенных и образующих те или иные геометрические формы атомов. Кристалл железа — это куб. Атомы в нем размещаются двояким образом. В одних случаях они располагаются в вершинах и центре куба, образуя так называемую объемноцентрированную решетку, в других — еще и посередине каждой грани. Такая решетка называется гранецентрированной. Легко понять, что во втором случае атомы размещены теснее, чем в первом. И чем теснее располагаются атомы в кристаллах, тем прочнее металл.

Одно и то же железо может пребывать в том или ином кристаллическом состоянии. Оно меняется по мере нагрева или, наоборот, при остывании. Да и размер самого куба не остается неизменным. В одних случаях грани куба больше, в других — меньше. Эта важнейшая особенность железа называется аллотропией. Ее открыл в 1868 г. русский ученый Д. К. Чернов. Им были определены так называемые критические точки (температуры), при которых происходит перестройка кристаллов. Впоследствии оказалось, что такие перестройки характерны не только для железа, но и для других металлов.



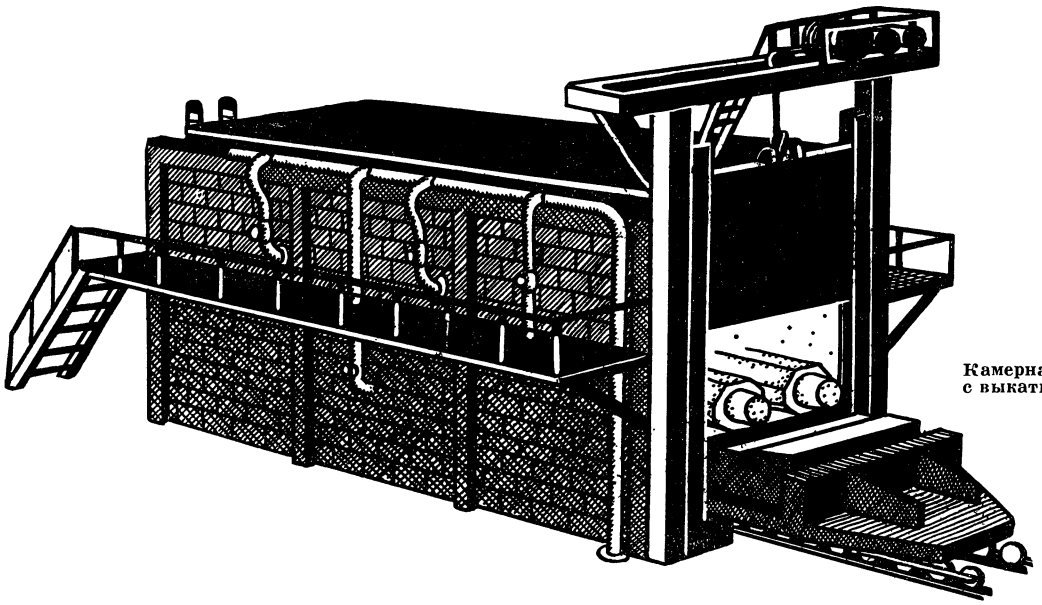
Ковка улучшает структуру металла: *1* — крупнозернистая структура; *2* — с зернами, вытянутыми в одном направлении после ковки; *3* — мелкозернистая.

Поэтому, нагревая металл для ковки, необходимо очень строго соблюдать температурный режим. Если металл перегреть, то кристаллы (зерна), из которых он состоит, сильно увеличатся и металл станет непрочным; если недогреть, они не будут поддаваться ковке. В зависимости от того, сколько углерода содержится в стали, критические точки сдвигаются в сторону более высоких или более низких температур. Поэтому сталь с разным содержанием углерода нагревают по-разному.

Чтобы нагревать высококачественные стали, строят печи из нескольких камер, в каждой из которых поддерживают определенную температуру. В первую камеру загружают холодный металл, в ней температура 300—350°; затем, переходя из камеры в камеру, металл постепенно нагревается до 1050—1250°.

Очень крупные слитки нагревают в больших однокамерных печах. Под (пол) в этих печах выдвижной — на нем слиток въезжает

Схема процесса точного литья по выплавляемым моделям: *1* — формовка восковой модели; *2* — из отдельных моделей собирается «елочка»; *3* — на «елочку» наносится слой керамического порошка; *4* — из керамической формы выплавляют воск; *5* — форма заливается снаружи керамикой, это делает ее более прочной; *6* — еще прочнее форма становится после обжига; *7* — теперь форму можно заполнить расплавленным металлом; *8* и *9* — после остывания металла остается разбить форму и разобрать «елочку» — теперь уже металлическую — на отдельные детали.



Камерная нагревательная печь с выкатным подом для тяжелых поковок.

в печь и выезжает после нагрева. В момент загрузки температуру в печи снижают до 300°, а затем ее постепенно повышают.

От устройства печей зависит скорость и качество нагрева металла. Печи бывают пламенные и электрические. Раньше пламенные печи работали на угле или нефти и в кузницах было дымно, чадно. Современные кузницы работают преимущественно на природном газе. Это значительно улучшило условия труда. Еще более благоприятны условия труда при нагреве поковок электричеством. Широко применяются для этого токи высокой частоты.

Два способа ковки металлов

Существуют два способа ковки — свободная ковка и штамповка.

При свободной ковке заготовку, которую нужно отковать, кладут, не закрепляя, на неподвижную подставку — наковальню, над которой вниз и вверх ходит молот — боек. Быстро опуская и поднимая боек, по металлу наносят удары. При этом металл расплющивается (кузнецы говорят «течет»). Ширина и длина заготовки увеличиваются, а толщина уменьшается. После того как заготовку обожмут с одной стороны, ее поворачивают на 90° и вновь куют. Такие операции совершаются до тех пор, пока металл не примет нужной формы. Получается поковка.

Очень крупные детали куют на гидравлических прессах. Разница между прессом и молотом в том, что молот ударяет по заготовке, а пресс давит на нее.

Свободной ковкой молотами и прессами можно обрабатывать заготовки любого веса — и самые маленькие, и очень крупные, до 200 *т*, например поковки для турбин наших гигантских электростанций. Однако таким способом невозможно изготовить детали точных размеров и форм. Поковки приходится потом обрабатывать на станках, превращая бо́льшую часть металла в стружку. Часто бывает и так: поковку ставят на станок при помощи крана, а деталь снимают руками. На обработке поковок занят большой парк металлорежущих станков, тратится огромное количество инструмента.

Из сказанного ясно, что метод свободной ковки не наилучший; к нему прибегают лишь тогда, когда надо изготовить одну или небольшое количество одинаковых деталей. В массовом производстве, например на автомобильных, авиационных, вагоностроительных заводах, детали не куют, а штампуют.

Штамповка по сути дела — та же ковка, но здесь «течение» металла ограничено формой — штампом.

Штамп состоит из двух половин. Нижняя половина закреплена на наковальне неподвижно, а верхняя прикреплена к бабе молота и перемещается с ней вверх и вниз. Металл укладывают на нижний штамп. Под ударами молота

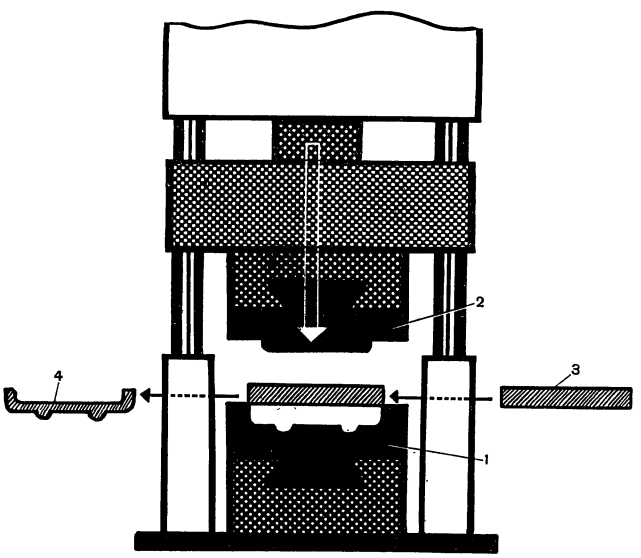
он заполняет полость штампа, принимая ее форму, так как «течение» металла ограничено стенками штампа. Заготовки, полученные таким способом, называют штамповками. По форме и размерам они значительно больше приближаются к изделию, чем заготовки, полученные свободной ковкой. А значит, при последующей обработке в стружку уходит меньше металла.

Есть и еще преимущество: отштамповать деталь можно гораздо быстрее, чем отковать. За время, в которое обычный молот откует одну или две детали, молот со штампом сделает десятки, а то и сотни деталей.

А насколько штамповка выгоднее других способов, можно судить по следующему примеру. Тридцать с лишним лет назад, когда в Москве только начинали делать автомобили, коленчатые валы вырезали из стальной полосы. При этом в стружку уходило около двух третей металла. Затем валы стали ковать. С поковок, полученных свободной ковкой, приходилось снимать «только» половину металла. Теперь коленчатые валы штампуют. Потери уменьшились до одной трети, но все же еще велики.

В последние годы машиностроители стали применять новые высокопрочные и очень дорогие материалы. Поэтому перед технологами кузнечного производства встала задача — добиться еще более точных штамповок, чтобы и по форме, и по размерам они максимально приближались к изделиям. Эта задача теперь решена, и на ряде заводов уже производят крупногабаритные точные штамповки.

Почему же совсем не отказаться от свободной ковки? Потому что изготовить штамп сложно и дорого; его делают из очень крепкой стали и очень точно. Поэтому к штамповке прибегают в тех случаях, когда нужно изготовить достаточно большое количество одинаковых деталей. Только тогда затраты на изготовление штампов оправдываются.



Штамповка под прессом: *1* — матрица; *2* — пуансон; *3* —заготовка; *4* — готовая деталь.

Ковочные машины

Свободную ковку производят паровоздушными пневматическими молотами.

Простейший паровой молот состоит из массивной станины, в верхней части которой находится рабочий цилиндр, а в нем поршень, который передвигается вверх и вниз (как в велосипедном насосе). На конце поршня — шток, к которому прикреплена тяжелая стальная баба — молот. В цилиндр, в пространство под поршнем, под высоким давлением подают пар. Поршень вместе со штоком и бабой поднимается вверх. Сильно сжатый под поршнем пар удерживает тяжелый молот. Нагретую заготовку кладут на наковальню, укрепленную на чугунном или стальном основании.

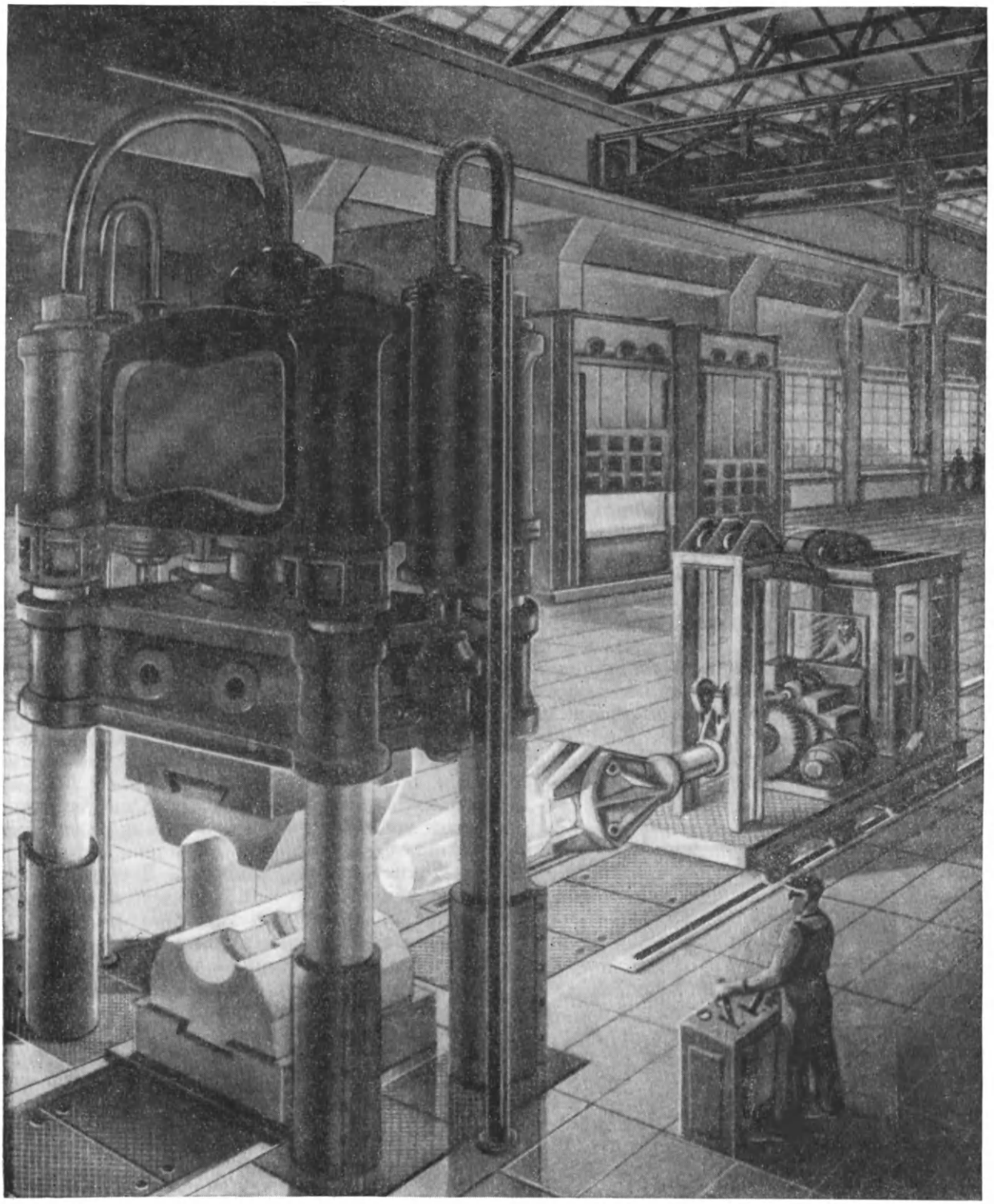
Все готово. Можно начать ковку. Пар из-под поршня выпускают и нагнетают его в пространство над поршнем: баба падает, наносит удар по заготовке и давит на нее. Так, попеременно впуская и выпуская пар, поднимают и опускают бабу. Она ударяет по заготовке, обжимает ее. Заготовка постепенно меняет форму, металл «растекается».

Но вот ковка закончена. Деталь обхватывают цепями, кран поднимает и уносит ее. Тотчас подвозят следующую заготовку.

Тяжелые паровые молоты постепенно вытесняются гидравлическими прессами. Мощности их непрерывно растут. Еще недавно максимальное давление прессов не превышало 10 тыс. *т*. В последнее время на советских заводах сконструированы и построены ковочные прессы давлением в 30—40 и более тысяч тонн. Это очень мощные сооружения. Фундаменты, на которые они опираются, уходят глубоко в землю — на десятки метров. Чтобы привести их в действие, требуются электрические машины огромной мощности.

Штамповочные молоты мало чем отличаются от молотов для свободной ков-

В КУЗНЕЧНОМ ЦЕХЕ



На штамповочных молотах можно обрабатывать огромные детали. Тут человеку на помощь приходит механический «кузнец» — манипулятор. Он легко кладет на наковальню и снимает тяжелые заготовки.

ки. Если штамповщик нажимает педаль, то баба автоматически поднимается. Часть металла при штамповке вытекает в промежуток между двумя половинками штампа и образует заусенец, который затем удаляют на обрезном штампе.

Штампы бывают о́дноручьевые и многоручьевые (ручьи — это углубления в нижней, неподвижной части штампа, от формы которых зависит конфигурация детали). При работе на одноручьевом штампе заготовку, предварительно подготовленную свободной ковкой, приходится перекладывать с пресса на пресс, со штампа на штамп, пока она не примет нужной формы. А на многоручьевом штампе всего за несколько ударов молота, перебрасывая заготовку из ручья в ручей, можно изготовить сложную деталь.

Разновидность штамповочных молотов — горизонтально-ковочные машины. Их применяют для горячей штамповки деталей из прутков: колец, втулок и т. д.

У этих машин штампы обычно многоручьевые. Они состоят из матрицы и пуансона. Матрицы здесь — два металлических полукруга, а пуансон — крепкий стальной стержень. Смыкаясь, матрицы (двигаются они по горизонтали, отсюда и название машины) зажимают пруток и таким образом образуют нужную форму изделия. В то же время укрепленный на специальном ползуне пуансон (тоже двигающийся по горизонтали) заходит в эту образованную матрицей полость, пробивает заготовку (пруток) и отрезает ее.

Этим методом изготовляют, например, кольца для подшипников.

Автоматический «кузнец»

Современная кузница мало похожа на кузницы старых заводов. Пар, вода, сжатый воздух и электричество освободили человека от самой тяжелой работы. Человеческая сила больше не участвует в формировании поковки или штамповки. Современный кузнец — механик при кузнечной машине или даже при целой автоматической линии из кузнечных машин. Такие линии, например, успешно действуют на автомобильных заводах. На них делают коленчатые валы двигателей и другие детали.

Заглянем в кузнечный цех одного из наших промышленных гигантов — Уральского завода тяжелого машиностроения. На этом заводе делают мощные блюминги и прокатные станы, оборудование для доменных и мартеновских печей, шагающие экскаваторы, буровые установки для нефтяных промыслов и для проходки стволов шахт...

Чтобы изготовить такие машины, нужны огромные поковки. Их приходится делать на мощных молотах свободной ковкой. Вот подъемный кран с помощью гигантской «вилки» вытаскивает из печи слиток и переносит его на наковальню молота.

Нигде не видно кузнецов. Вдруг раздается вой сирены. По широкой рельсовой колее, проложенной поперек пролета, к молоту подъезжает металлическая будка на четырех катках.

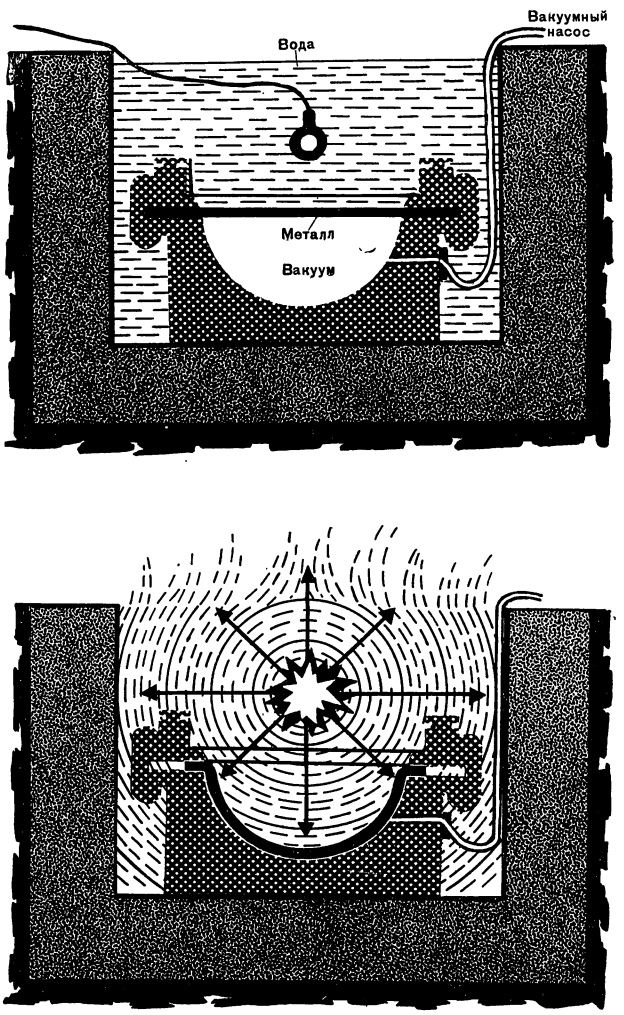
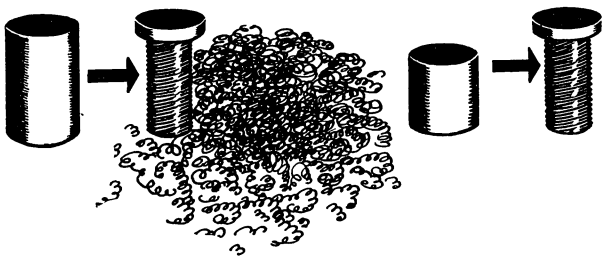


Схема процесса формовки металла взрывами. *Вверху*: над формой укрепляется лист металла, между ними создается вакуум; на точно рассчитанном расстоянии над деталью подвешивается взрывчатое вещество; затем все погружается в воду (вода равномернее распределяет взрывную волну, чем воздух). *Внизу*: происходит взрыв, и взрывная волна с удивительной точностью вдавливает металл в форму.



Раньше при изготовлении болта надо было сделать 5—6 операций на различных станках. И возле каждого из них оставалась стружка. А при холодной высадке—нажим пресса, и болт готов!

Это так называемый манипулятор — механический «кузнец». Из передней стенки у него выдается массивный стальной хобот. Он захватывает край слитка, зажимает его, кладет на наковальню, и... молот начинает свою работу. Вот поковка готова, хобот опять захватывает ее и аккуратно снимает с молота. Кто же руководит этой работой стального «кузнеца»? Машинист из кабины манипулятора. Перед ним табло с кнопками, рычаги, с их помощью он приводит в действие механизмы молота, перемещает слиток. Манипулятор освободил от тяжелой работы по крайней мере семь человек.

Поиски новых, более совершенных путей формообразования металла привели к мысли использовать для этой цели энергию направленного взрыва, производимого в воде. Штамповка взрывом имеет большое будущее, так как ей поддаются даже самые твердые металлы. На рисунке (стр. 241) ясно видно, как происходит этот прогрессивный технологический процесс.

Прессование и холодная высадка

Штамповка бывает и холодной. В этом случае она называется прессованием. При прессовании из листа металла или пластмассы вырубают (вырезают) деталь, а затем придают ей в специальных штампах или при помощи гибочных станков нужную форму. Так делают детали, начиная от маленьких шайбочек и кончая кузовами автомобилей, самолетов, холодильников. Только прессы, конечно, для этих деталей используют разные: для шайбочек — чуть повыше обычной тумбочки, а для панелей автомобильного кузова — с двухэтажный дом.

Наряду с прессованием деталей из листа в машиностроении все шире применяется метод холодной высадки — детали получают на механических прессах без нагрева из металлических заготовок. При этом методе ширина одной части заготовки увеличивается за счет ее высоты, и наоборот. Так из различных металлов и сплавов, а также из пластических масс делают простые шайбы, болты и т. д.

Метод холодной высадки, благодаря своей экономичности, все больше вытесняет на машиностроительных заводах механическую обработку деталей на металлорежущих станках. Дело в том, что при холодной высадке деталей не образуется стружки, поэтому этот способ прозвали еще безотходным. Например, раньше, чтобы изготовить болт, надо было произвести 5—6 операций на различных станках: фрезерном, токарном, резьбонарезном. И каждый раз со станка свисала металлическая стружка. А теперь нажим пресса — и вылетает совершенно готовый болт.

■

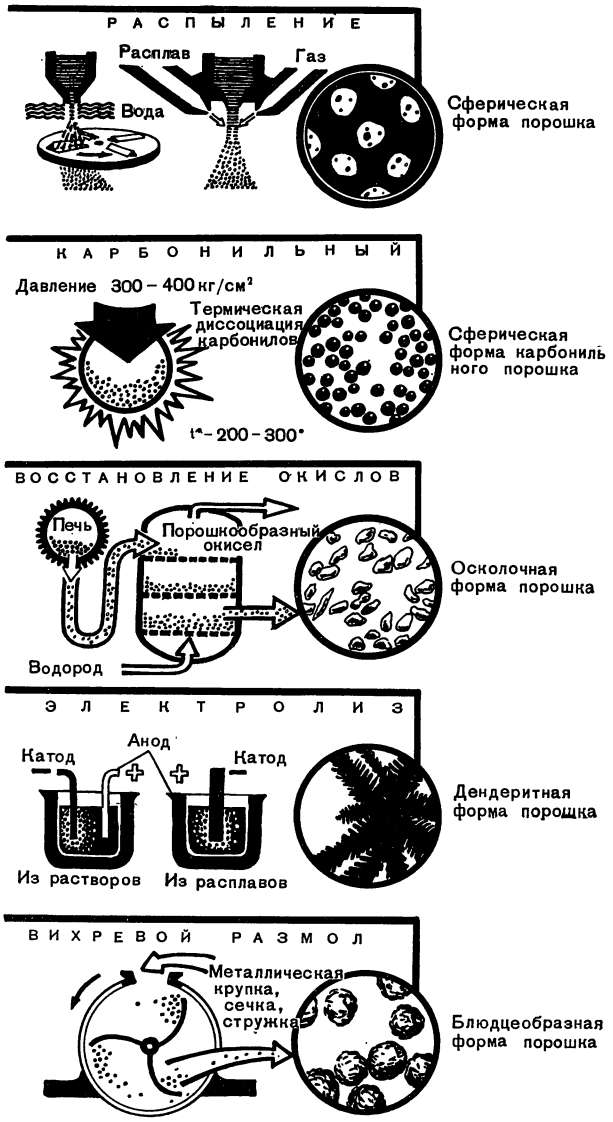
ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

В двигателе автомобиля есть такая деталь— направляющая втулка клапана. Она постоянно испытывает трение. Да еще при очень высоких температурах. Раньше эти втулки делали из чугуна, но они быстро выходили из строя, не выдерживая больших нагрузок. Решили заменить чугун другим материалом — более стойким к трению и высоким температурам. И вот стали делать втулки из ... порошков — из железных порошков с примесью графита. Автомобилисты перестали жаловаться на недолговечность втулок.

Метод изготовления деталей из металлических порошков сравнительно молодой. Его возраст — всего несколько десятилетий. Но он уже завоевал себе широкую известность и, благодаря ряду преимуществ, подчас вытесняет такие старые, испытанные способы, как литье, ковка и штамповка.

Что же это за преимущества?

Прежде всего — экономичность. Дело в том, что порошки можно делать из любых металлических отходов, даже, например, из окалины, которую ни в каких других металлургических



Путь металлокерамической детали начинается с приготовления порошков.

процессах использовать нельзя. Кроме того, детали из порошков можно сразу делать очень точно. Они почти не требуют последующей механической обработки, а поэтому и отходов получается мало. И главное, детали, полученные таким способом, имеют большую стойкость к износу.

Преимущества порошковой металлургии заключаются еще и в простоте технологического процесса. Технология эта не нова, она позаимствована металлургами у мастеров керамики. Красивая керамическая статуэтка и уже знакомые нам втулки проходят приблизительно одинаковый путь: и ту и другую сделали из порошков (только основное сырье у керамики — глина, песок, керамический бой, а у нашей втулки — металл), и та и другая побывали в раскаленных печах. И в результате та и другая по структуре своей получились пористыми. Эта общность процессов и некоторых свойств дала деталям из металлических порошков название металлокерамических.

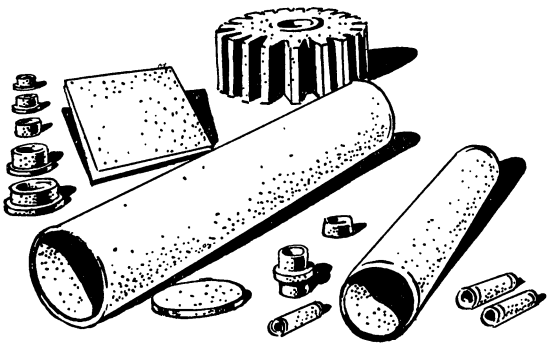
Путь к металлокерамической детали начинается с приготовления порошков. Порошки бывают различного «помола», различны и способы их приготовления. Кусочки, обрезки проволоки, стружку дробят или перетирают в шаровой мельнице (шаровой способ). В мельнице другой конструкции с помощью вентиляторов создают внутри воздушные вихри: сталкиваясь друг с другом, кусочки металла сами измельчают себя (вихревой способ). Применяют и специальные дробилки с падающим грузом.

Легкоплавкие металлы распыляют в жидком виде: разбрызгивают под давлением сжатого воздуха, а затем направляют на размельчитель — быстро вращающийся диск. Застывшие капельки металла разбиваются на мельчайшие частички. Прибегают и к помощи электрического тока, восстанавливая металл электролизом из растворов и расплавов. Он получается хрупким и легко превращается в мельнице в порошок. Применяют и химические методы.

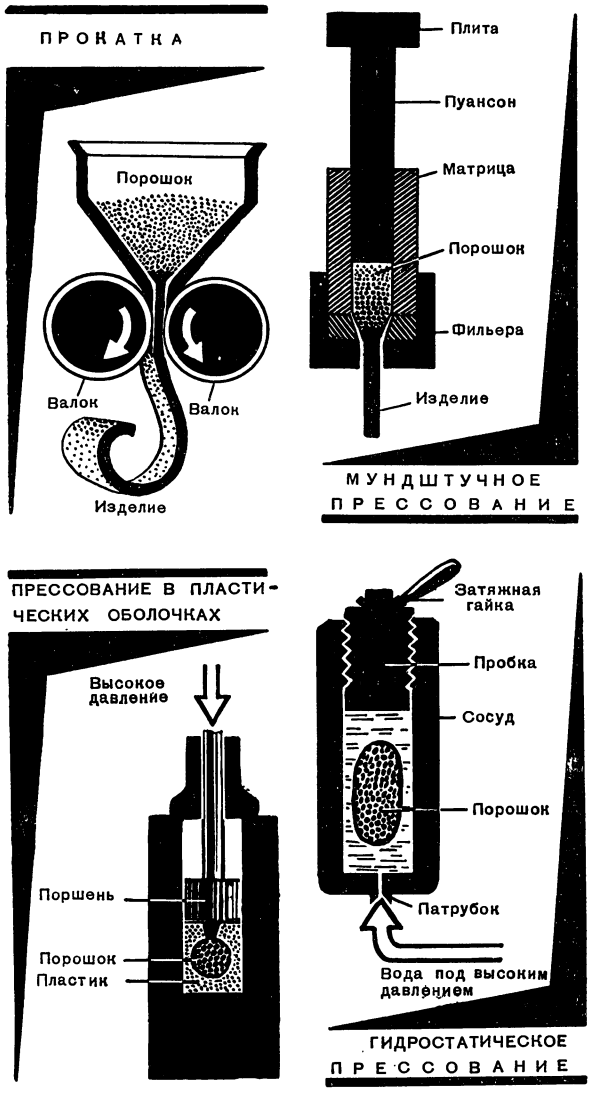
Но вот порошок получен. Теперь его прессуют в стальных прессформах под давлением 1000—6000 *кг/см²*. Частички металла сближаются и плотно сцепляются друг с другом. Прессование производят на механических и автоматических прессах (см. ст. «Ковка-штамповка»), оно бывает холодным и горячим.

Однако после прессования детали не обладают еще достаточной механической прочностью. Чтобы они были совсем готовы, их надо обработать с помощью высоких температур, или, иначе говоря, произвести спекание. При этом частички металла расплавляются и соединяются друг с другом, образуя плотную однородную массу. Теперь деталь готова. Иногда для упрощения процесса прессование объединяют со спеканием. При горячем прессовании материал подвергается одновременно и давлению, и нагреву. В этом случае нагревают порошок током, причем можно использовать токи высокой частоты (см. ст. «Обработка токами высокой частоты»). Такое совмещение экономит время, и готовую деталь иногда получают за несколько минут.

Методом порошковой металлургии делают многие детали, поверхность которых испытывает трение: подшипники, уже знакомые нам направляющие втулки, щетки электродвигателей и т. д. Дело в том, что металлокерамические изделия, благодаря своей пористости, хорошо держат смазку. Иногда пористые подшипники пропитывают маслом, которое постепенно выдавливается и смазывает трущиеся поверхности. Такие самосмазывающиеся подшипники очень экономичны. Они расходуют мало масла, меньше изнашиваются, и изготовить их металлокерамическим путем можно



Эти детали сделаны из порошков.



Когда порошок получен, его прессуют в стальных прессформах под давлением 1000—6000 *кг/см²*.

из более дешевых материалов — вместо бронзы и баббита применить железо.

Пористость деталей, сделанных из порошков, при необходимости можно увеличивать, добавляя в металлические порошки графит. Кроме того, графит и сам хорошая смазка. В прессованный подшипник, содержащий графит, масло вводить уже не обязательно.

Пористые материалы нужны не только для подшипников, но и для других изделий. Например, чтобы крыло самолета не покрывалось льдом, на его передней кромке укрепляют пластинки из пористого металла. Через поры на поверхность все время поступает специальная незамерзающая жидкость, которая и не дает появляться льду. Из пористой металлокерамики делают фильтры для горючих масел и газов. Они настолько дешевы, что засорившийся фильтр даже не очищают, а просто заменяют новым.

Металлокерамика славится и своей жаростойкостью. Детали из порошков применяют в тормозных устройствах (ведь при торможении выделяется много тепла) самолетов, автомобилей, сельскохозяйственных и землеройных машин. С высокими температурами приходится иметь дело в газовых турбинах и ракетных двигателях, в атомных реакторах. Здесь тоже на помощь инженерам пришла порошковая металлургия, позволяющая получать материалы с такими свойствами, каких нет у обычных сплавов,— тугоплавкие, жаропрочные, износостойкие. В этих случаях берутся смеси порошков различных металлов. Например, для изготовления особенно жаростойких деталей в порошок добавляют хром, никель, титан, молибден, вольфрам и др.

Просто и удобно изготовлять из порошков магнитные материалы —от крошечных магнитиков для приборов до огромных магнитов, кото-

рыми оборудованы многие типы современных подъемных кранов. Такие изделия можно делать из смеси магнитного порошка с пластмассовым. Это позволяет избежать процесса спекания, так как пластмасса связывает крупинки металла и без нагрева.

Металлы соединяются также со стеклом и различными минералами. Например, в металломинералокерамике сочетается высокая стойкость минералов к нагреву и механическая прочность металлов. Эти материалы имеют большое будущее. Сейчас их уже применяют для изготовления защитных, жаропрочных покрытий, например в реактивных двигателях. ■

ГЕНЕРАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ

Обработку металла в современной промышленности принято различать по видам и методам. Наибольшее число видов обработки имеет самый «древний», механический метод: точение, сверление, растачивание, фрезерование, шлифование, полирование и т. д. Но за последние десятилетия история технического прогресса ознаменовалась освоением новых, более совершенных методов, позволяющих совмещать отдельные виды обработки. Это электрофизический и электрохимический методы.

В сложном процессе обработки металлов сошлись своими гранями многие современные отрасли технических наук. В нем участвуют и физика (теория износа, режимы резания, тепла и давления), и радиоэлектроника (электронные установки управления), и сопротивление материалов (резцы с твердосплавными неперетачиваемыми пластинками), и электрофизика (станки ультразвукового действия), и электрохимия (обработка деталей гальваническим способом), и кибернетика (автоматизация расчетов). Это понятно, потому что на современных станках рождаются детали для самых могучих орудий человеческого труда и познания, отличающихся высокой точностью и надежностью.

Есть настоящие станки-гиганты, которые работают там, где создаются мощные гидротурбины, прокатные станы, шагающие экскаваторы. При этом они очень точны. Уникальные зубофрезерные станки, например, весом в несколько сот тонн и высотой 6 *м* выполняют настоящую ювелирную работу. Изделия диаметром 12 *м* они обрабатывают с точностью до 10—15 *мк*. Для контроля за ходом операций на крупногабаритных заготовках такие станки оборудуются телевизионной аппаратурой.

Последним достижением науки в обработке металла является импульсно-световой метод, основанный на действии лазера—источника светового луча колоссального давления. «Световой станок» обладает свойством мгновенного действия, не фиксируемого во времени. Первые такие станки могут вести сверление микроотверстий в металле, но в будущем их приспособят ко всем видам металлообработки.

Будущее... Каким оно видится в заводских цехах, где из металлических заготовок рождаются детали самых невиданных конфигураций? Пульт управления, на котором поблескивают разноцветные глазки приборов, ровные ряды аккуратных станков, соединенных продольными транспортерами, и... безлюдные проходы между ними. Да, генеральное направление в развитии металлообработки — это максимальная автоматизация технологических процессов. На смену нынешним универсальным станкам, требующим персонального обслуживания, придут поточные автоматические линии или кольцевые многооперационные станки, работающие по заданной программе.

Но человек не уйдет из такого цеха. В течение смены один рабочий будет вести загрузку и выгрузку деталей, а другой — наладчик— следить за пультом управления, координировать ритм движения деталей, определять их годность, сменять инструмент и, конечно, устранять возникающие неисправности.

Комплексная автоматизация способна в 5—7 раз увеличить производительность труда в металлообработке. И это наш важнейший выигрыш в процессе ускоренного построения коммунизма.

■

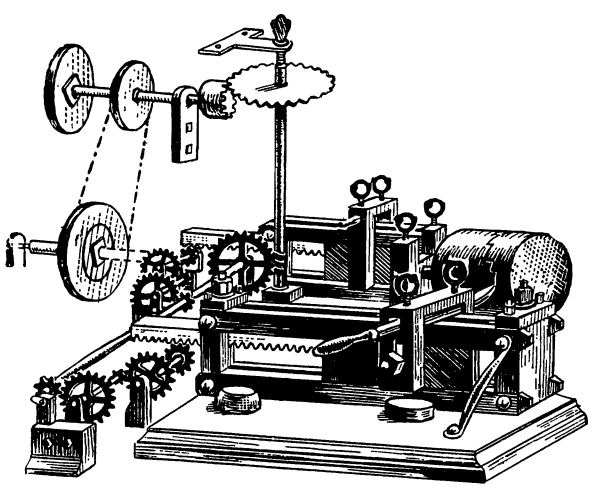
ОБРАБОТКА МЕТАЛЛА РЕЗАНИЕМ

Что такое теория резания

Обработка резанием занимает большое место в машиностроении. Действительно, для того чтобы металлическая заготовка приобрела требуемую форму и размеры, чтобы ее поверхность была определенного качества, одним словом, чтобы заготовка стала деталью, ее нужно обработать — снять лишний металл и отшлифовать. Делают это при помощи различного инструмента на металлорежущих станках. С их помощью обрабатывают и огромные детали гигантских машин, например роторы гидротурбин с диаметром рабочего колеса свыше 9 *м*, гребные валы судов длиной до 30 *м* и детали, которые без увеличительного стекла не рассмотришь.

Резанием выполняют и предварительные — обдирочные — и окончательные — финишные — операции. Финишные операции называют тонкой или чистовой обработкой. Высокое качество поверхностей (особенно трущихся) имеет большое значение: от этого зависит долговечность изделия. Поэтому часто финишные операции приходится выполнять с большой точностью — до долей микрона. Чтобы представить себе такую малую величину, достаточно сказать, что средняя толщина человеческого волоса — 50 *мк*!

Существует специальная техническая наука о резании металлов — теория резания. Ею занимаются многие ученые в нашей стране и за рубежом. Основы ее заложены в XIX и начале XX в.



С суппорта, изобретенного Андреем Нартовым (20-е годы XVIII в.), началась механизация процессов металлообработки.

Главный вопрос теории резания — *с какой скоростью станок должен снимать стружку*, чтобы стойкость резца была наибольшей. Это очень важно: при больших скоростях резания резец нагревается, размягчается и может даже совсем выйти из строя. Чтобы этого не случилось, резец надо охлаждать. *Выбор подходящего способа охлаждения* также одна из важнейших задач науки о резании. Но и охлаждение помогает не всегда, а иногда даже вредит: от нагрева и охлаждения металл растрескивается. Следовательно, выбирая наилучший режим обработки детали, *теории резания приходится учитывать и свойства материала изделия, и качества, форму и размеры инструмента, и условия резания, и требования к качеству поверхности*, и т. д. Далеко не все здесь поддается расчетам. Поэтому большая роль в науке о резании металла принадлежит эксперименту.

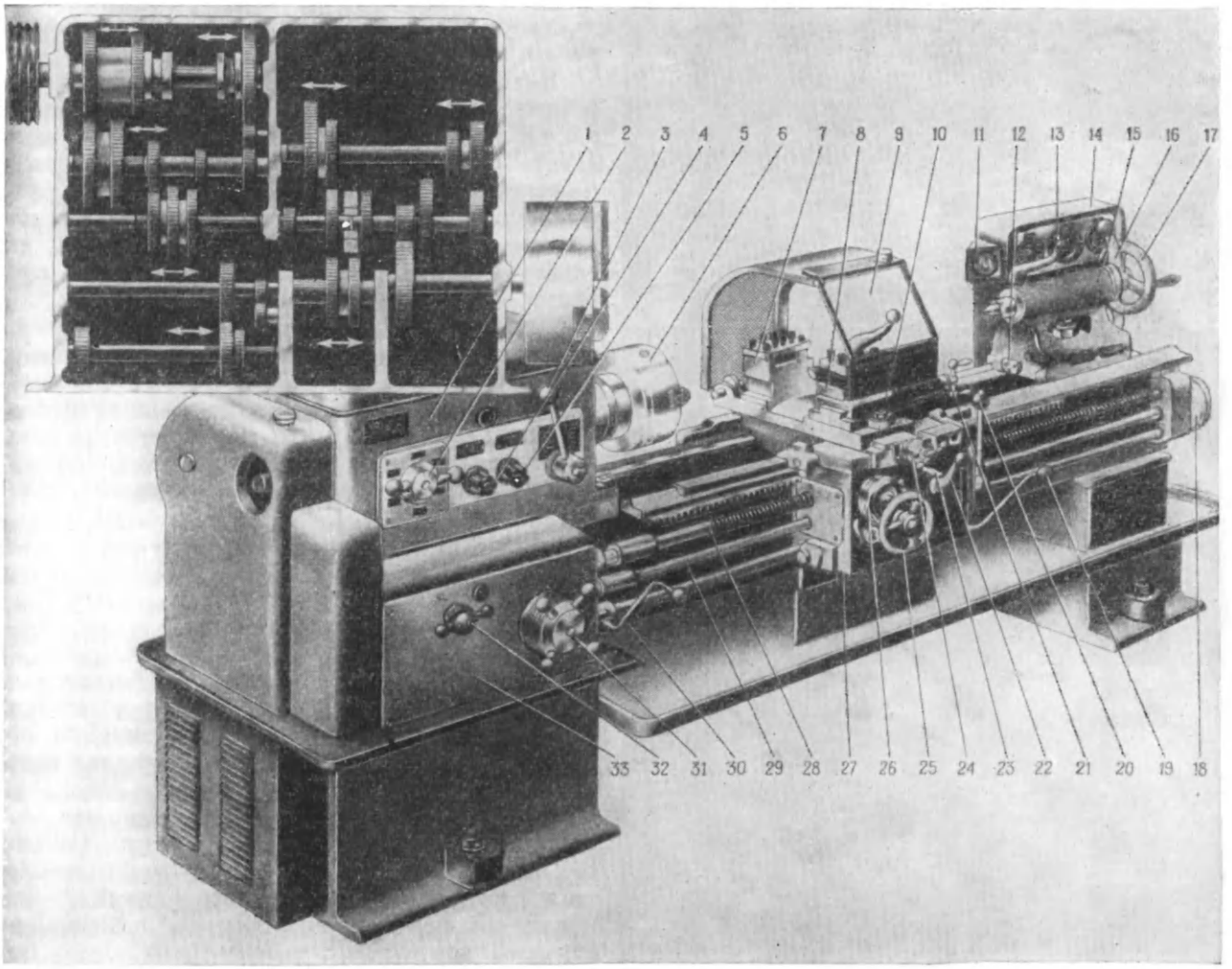
Типы металлорежущих станков

Нет ни одного завода, где не работали бы металлорежущие станки — эти замечательные помощники человека. Семья их велика и разнообразна.

Тип металлорежущего станка определяется инструментом и схемой резания. Самый распространенный инструмент — резец. Им выполняют любую операцию резания. Можно сказать, что другие металлорежущие инструменты — это либо результат усовершенствования резца, либо сочетание нескольких различных резцов. Для резца наиболее характерны два способа резания: точение — при этом заготовка вращается, а резец поступательно движется вдоль ее оси и строгание — и резец и заготовка движутся поступательно. По первой схеме работают токарные станки, по второй — строгальные.

Типичный инструмент для обработки отверстий — сверло. При сверлении заготовка обычно неподвижна, а сверло вращается и в то же время движется поступательно, углубляясь в металл. Так работает сверлильный станок.

Широко и разносторонне применяется фреза. Это диск с несколькими расположенными



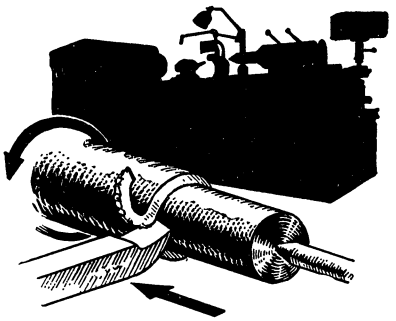
Токарный станок и его коробка скоростей (*вверху слева*): *1* — передняя бабка; *2* и *3* — рукоятки установки числа оборотов шпинделя; *4* и *5* — рукоятки увеличения шага резьб и реверсирования ходового винта; *6* — патрон; *7* — дополнительная резцедержавка для прорезки канавок; *8* — резцедержавка; *9* — защитный экран; *10* — суппорт; *11* — прибор для контроля нагрузки станка; *12* — замок для соединения задней бабки с кареткой; *13* — рукоятка закрепления пиноля; *14* — панель выключателей; *15* — задняя бабка; *16* — рукоятка быстрого закрепления задней бабки; *17* — маховичок перемещения пиноля; *18* — шкив ускоренного перемещения суппорта; *19* — рукоятка включения и реверсирования шпинделя; *20* — рукоятка перемещения каретки и нижней части суппорта в четырех направлениях; *21* — рукоятка продольного перемещения суппорта по каретке; *22* — рукоятка включения гайки ходового винта; *23* — рукоятка поперечного перемещения суппорта по каретке; *24* — лимб поперечной подачи; *25* — маховичок продольного перемещения суппорта по станине; *26* — лимб продольной подачи; *27* — фартук; *28* — ходовой винт; *29* — ходовой валик; *30* — рукоятка включения и реверсирования шпинделя; *31* — барабан выбора подачи; *32* — резьбовая рукоятка; *33* — коробка подач.

по окружности резцами. Обычно фрезой обрабатывают плоскости. При этом ей придают вращательное движение, а заготовке — поступательное. Фрезеруют детали на ф р е з е р н о м станке.

Есть и ш л и ф о в а л ь н ы е станки. В них деталь обрабатывает шлифовальный круг. При этом инструмент вращается, а заготовка одновременно и вращается, и движется (либо только движется) поступательно.

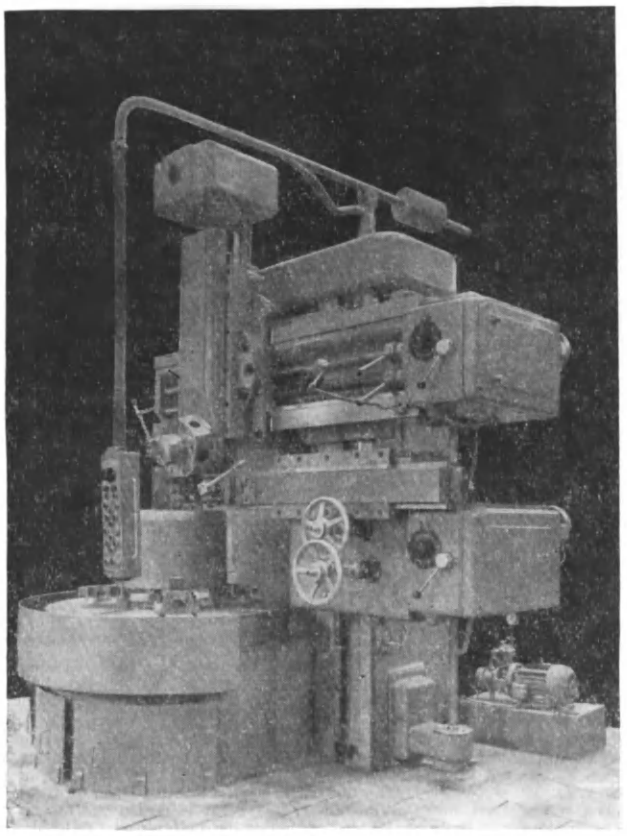
Перечисленные выше типы станков — это как бы «родоначальники» основных групп металлорежущих машин. У любого из них — немало «родственников», и каждый занят своим особым делом. Познакомимся с ними на примере токарного станка. Но сначала более подробно разберем его устройство.

Основанием станка служит станина. Обрабатываемое изделие зажимают либо между центрами передней и задней б а б о к (два при-



Точение.

Универсальный высокоскоростной токарно-карусельный станок.



способления, установленные по концам станин), либо в патроне, который навертывается на шпиндель (вал) передней бабки. Резец укрепляют в суппорте. В передней бабке находится коробка скоростей, напоминающая автомобильную. С ее помощью изделию придают нужную скорость вращения — скорость резания.

На станке есть еще ходовой валик. Он получает вращение от коробки скоростей через коробку подач и вызывает перемещение суппорта, а вместе с ним и резца. Если, помимо ходового валика, устанавливают ходовой винт, то станок превращается в токарно-винторезный — он может делать нарезку.

Вот мы и познакомились с первым «родственником» токарного станка. А вот еще один — токарно-револьверный. У него вместо задней бабки установлена револьверная (поворотная) головка. В гнезда револьверной головки (обычно их шесть) вставляют различные инструменты. С их помощью станок, не останавливаясь, выполняет различные операции.

Для токарной обработки коротких изделий больших диаметров применяют лоботокарный и карусельно-токарный станки. Существует еще много разновидностей токарных станков. Столь же богаты различными «талантами» и другие типы металлорежущих станков — сверлильные, фрезерные, шлифовальные.

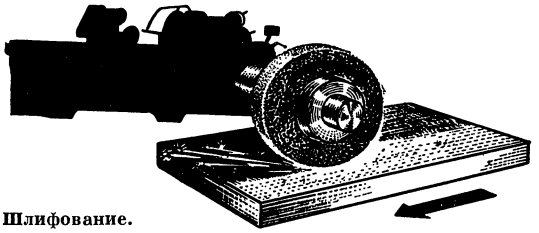
Как повысить производительность станка

Основное, над чем работали и работают конструкторы, совершенствуя обработку резанием, — это повышение производительности обработки. Постепенно изменялся материал инструмента.

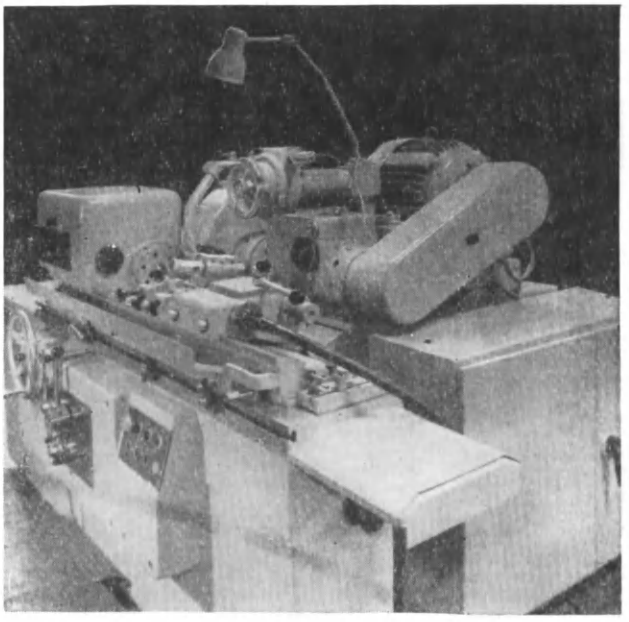
Изобретатели неустанно ищут материалы, повышающие стойкость инструмента. Раньше его изготовляли из обычных углеродистых сталей несложного химического состава. Потом появились более прочные стали, содержащие значительное количество вольфрама. Затем были созданы так называемые твердые сплавы (они сохраняют свою твердость при нагреве до 1000°). В последние же годы начали делать минералокерамические инструменты с еще большей теплостойкостью (см. ст. «Порошковая металлургия»).

Но это только один из путей. Другой — усовершенствование конструкции инструмента. Фреза, например, выполняет такую же работу, что и резец при строгании. Но она — многорезцовый инструмент, сочетание нескольких резцов. Естественно, что фреза производительнее одного резца. Еще выше производительность шлифовального круга. Ведь он состоит из множества мелких режущих частиц, скрепленных связующим веществом. И каждая такая частица — миниатюрный резец.

Успех применения многолезвийного инструмента привел конструкторов к мысли: а по-



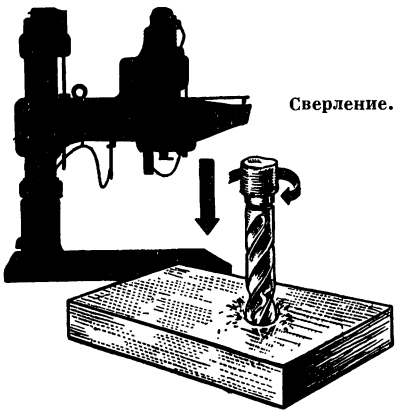
Шлифование.



Круглошлифовальный станок.

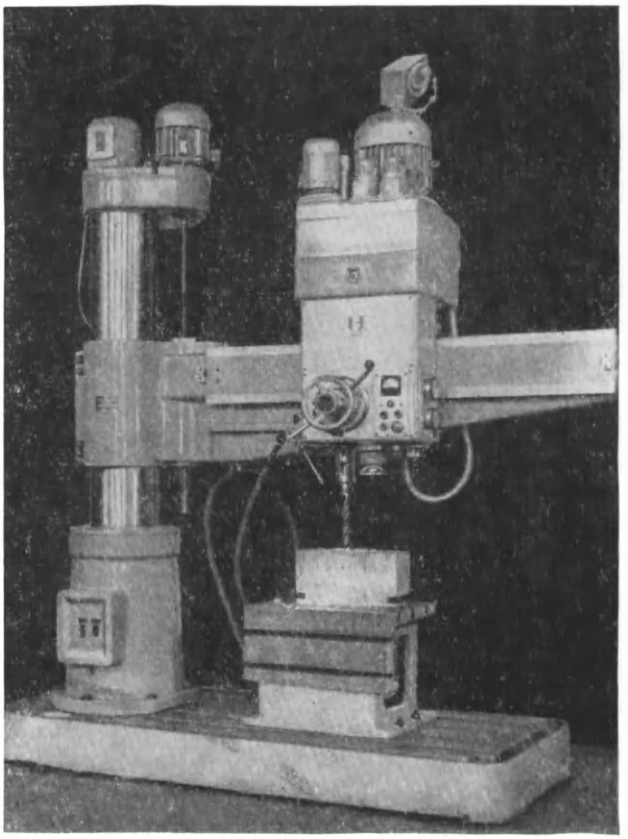
чему бы не поставить две фрезы и не удвоить таким образом число режущих лезвий? Так появились многоинструментальные металлорежущие станки. В суппорте токарного станка стали устанавливать по нескольку резцов, а затем на противоположной стороне станины поставили второй суппорт, также с несколькими резцами. Теперь количество инструментов, одновременно работающих на станке, иногда измеряется сотнями. Однако беспредельно увеличивать число одновременно работающих инструментов нельзя — обрабатываемое изделие не выдержит нагрузки. Да и обслуживание такого станка слишком сложно. Тогда стали делать многопозиционные станки. На них одновременно можно обрабатывать несколько изделий в разных позициях.

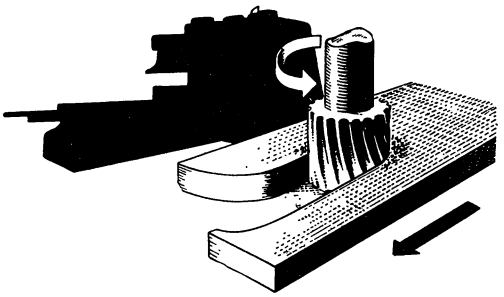
Можно повысить производительность станка и другим путем — его специализацией. Вот один пример. Коробка скоростей токарного станка имеет сложную конструкцию. Сравните: у автомобиля коробка скоростей позволяет получить 3—4 скорости, а у станка — 24! Предположим, этот станок дает массовую продукцию — обтачивает пальцы поршня автомобильного двигателя. Их надо обточить



Сверление.

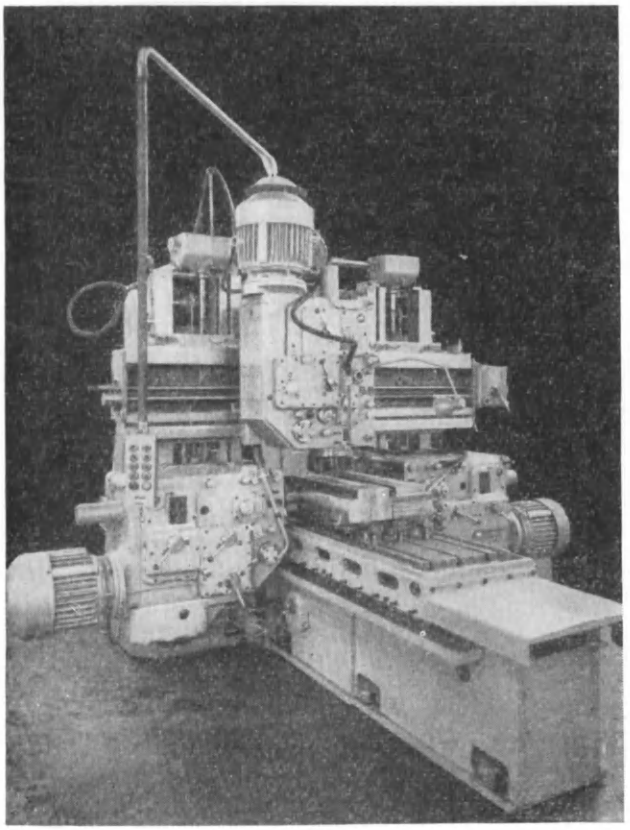
Сверлильный станок.





Фрезерование.

Продольно-фрезерный многошпиндельный станок.



сотни, тысячи. Станок ничего другого не делает. Для этого из 24 скоростей выбрали одну, наиболее подходящую. А остальные 23 скорости? Пропадают? Поэтому для заводов массового производства делают станки, предназначенные для выполнения лишь одной определенной операции. Такой станок проще универсального: вместо 24 скоростей у него одна. Его легче обслуживать, он дешевле, а главное, производительнее.

Специальный станок работает великолепно, но... до поры до времени. Все хорошо, пока завод выпускает машину, на производство которой этот станок рассчитан. Прошло время, получено задание выпускать новую, усовершенствованную машину. Станок необходимо переделывать, а то и заменять. Придется менять весь станочный парк, а это, конечно, очень сложно и дорого!

Получается, что прогрессивный специальный станок задерживает технический прогресс. Где же выход? И конструкторы нашли его: надо применять агрегатные станки. Принцип построения таких станков — в создании стандартных узлов. Из этих узлов и конструируется станок. В случае поломок или перехода на выпуск новой продукции узлы легко заменить.

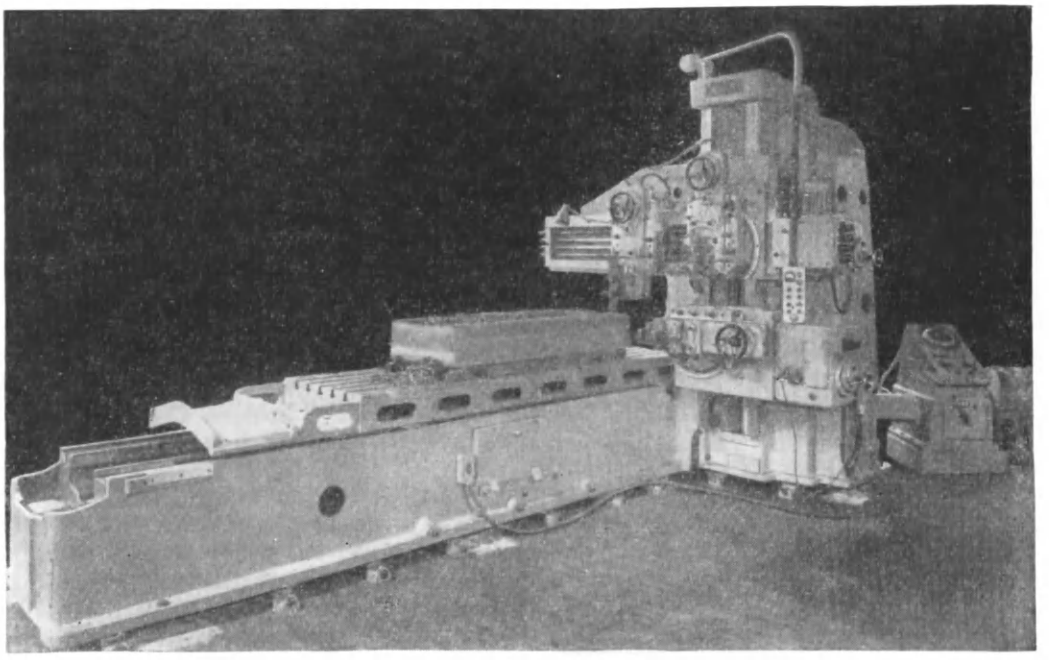
Теперь познакомимся с главным резервом повышения производительности станков. Это автоматизация.

С изобретением суппорта процесс резания был автоматизирован. Время резания значительно сократилось. Но этого мало: на холостые ходы по-прежнему затрачивалось много времени. Надо было ускорить и эту часть операции. Как это сделать? Хорошо было бы, например, совместить во времени два или несколько холостых ходов. Но человек не может одновременно выполнять несколько работ. И тогда был создан металлорежущий станок-автомат, который не только все рабочие, но и все холостые ходы выполняет без непосредственного участия человека, лишь под его контролем. Производительность труда в результате возросла колоссально.

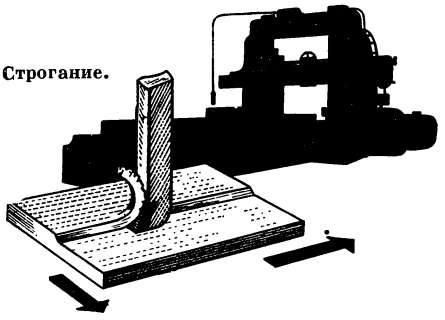
Достоинства специализированных станков-автоматов велики. Но есть у них и недостатки. И главный из них — «консерватизм»! Ведь такой автомат — тот же специальный станок, и его столь же трудно приспособить для производства новых изделий. Раньше с этим мирились — автоматы вначале устанавливали на автомобильных и тракторных заводах, где не так уж часто меняются выпускаемые машины. А теперь автоматы работают повсюду, например в авиационной и радиопромышленности, где изделия особенно часто улучшаются, совершенствуются.

Мириться с «консерватизмом» автоматов стало невозможно. Потребовались новые станки, которые при автоматической работе оставались бы универсальными, могли бы обрабатывать любую деталь. Теперь они созданы. Их называют станками с программным управлением.

Польза от станков с программным управле-



Продольно-строгальный станок.



Строгание.

нием неоценима. Прежде всего, автомат перестает быть «консервативным». Он больше не «противится» прогрессу. Его легко перестроить, а для некоторых конструкций таких станков при запуске в производство новой детали достаточно дать новое задание.

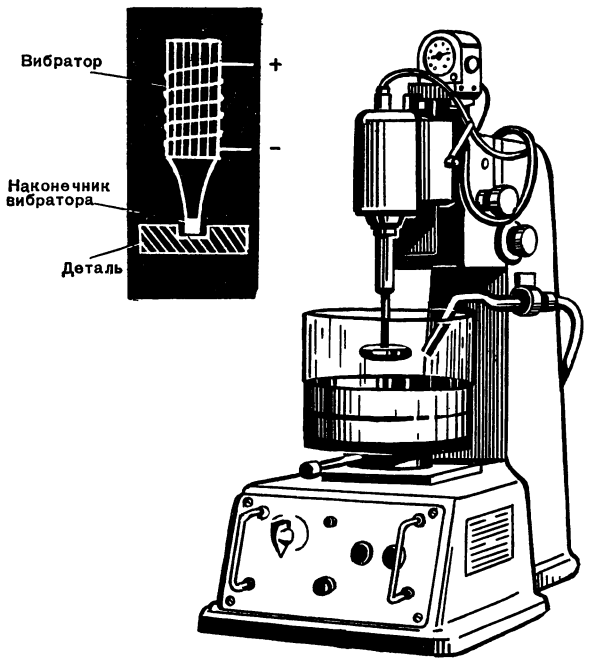
Однако создание автомата, даже самого совершенного, не решает полностью проблему производительности. Ведь хорошая работа отдельных автоматов будет почти сведена на нет, если деталь придется вручную перемещать от станка к станку, если она будет подолгу лежать около каждого из них в ожидании обработки и т. д. Следовательно, необходимо автоматизировать и эти работы. Задача была решена: появились станочные автоматические линии (подробно о различных автоматах и автоматизации производства рассказано в статьях раздела «Автоматика»).

■

НОВЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ

Ультразвук работает

Ультразвук — могучий и старательный работник «на все руки». Он помогает заглянуть в глубь материала и рассмотреть предметы, скрытые за слоем непрозрачного вещества. С его помощью можно получить эмульсию из таких «несмешиваемых» компонентов, как вода и бензин, вода и ртуть, вода и масло. Ультразвуком очищают паровые котлы от появившейся с годами работы накипи. Ускоряют дубление кожи и обезжиривают детали в машиностроении. Красят ткани и пастеризуют молоко. Стирают белье и сверлят зубы...



Ультразвуковой сверлильный полуавтомат. Роль сверла здесь выполняет наконечник вибратора.

Что же такое ультразвук?

Ультразвук — это неслышимые человеческим ухом механические колебания среды. Их частота превышает 20 тыс. *гц*. В технике сейчас применяют ультразвук с частотой колебаний до 5—6 млн. *гц*, а в лабораторных условиях — даже до нескольких миллиардов герц.

Для технического применения ультразвука важны три его основных качества: способность распространяться в твердых телах, особенно кристаллических, а значит, и в металлах; способность отражаться от границы раздела двух веществ (явление эха) или преломляться при переходе из одной среды в другую; большая удельная мощность, т. е. мощность, приходящаяся на единицу поверхности (измеряется в ваттах на квадратный сантиметр). Ультразвуки, применяемые в технике, характеризуются удельной мощностью до 500 *вт/см*^{2}.

Первые две особенности ультразвука делают его ценнейшим средством для промышленной дефектоскопии (см. ст. «Дефектоскопия»). Кроме того, зная скорость его распространения и поглощения в теле, можно судить о плотности, вязкости, упругости и других важных показателях металлов, пластических масс, каучука, стекла и т. п. Контролируют ультразвуком и жидкие тела: определяют их концентрацию, ход реакции, находят посторонние, подчас вредные примеси.

Но в данной статье нас в основном интересует третья важная особенность ультразвука — его большая удельная мощность. Ее сейчас широко используют для воздействия на различные материалы, в том числе на металлы.

Ультразвук, например, замечательное «сверло». Конечно, это название условно, потому что в ультразвуковом станке, предназначенном для проделывания отверстий в твердом материале, никакого сверла нет. Как же работает этот станок?

К поверхности детали, покрытой тонким слоем эмульсии с абразивным порошком, приближают наконечник вибратора — специального устройства, создающего (генерирующего) ультразвук. Под действием ультразвука твердые частички абразивного порошка начинают двигаться и постепенно истачивают поверхность детали. Образуется углубление, соответствующее форме наконечника. А наконечник можно сделать такой формы, какая вам нужна. Если при этом постепенно подавать наконечник в глубь материала, можно получить отверстие любой глубины, в том числе сквозное.

Очень важное качество ультразвукового станка заключается еще и в том, что все изделие в целом не подвергается при обработке ни воздействию высоких температур, которые возникают при работе любого механического инструмента, ни ударам. Ведь наконечник вибратора даже не прикасается к изделию — между ним и поверхностью детали все время находится слой эмульсии.

Наиболее широко подобные станки применяются там, где надо проделать отверстия малого диаметра в материалах высокой твердости, т. е. когда обычное сверло бессильно. В ряде случаев ультразвуковой сверлильный станок просто незаменим.

Как же получают ультразвук? Если необходимо возбудить ультразвуковые колебания в воздухе или в газах, то обычно применяют механический способ. Устройство свистков, сирен и т. д. известно всем. Но не все знают об интенсивности в них звука. Оказывается, кусочек металла, внесенный в звуковое поле сирены, нагревается докрасна за минуту; частота колебаний в механических излучателях достигает 500 *кгц*.

Для излучения ультразвука в жидкости чаще всего служит магнитострикционный способ. Если же необходимо возбудить ультразву-

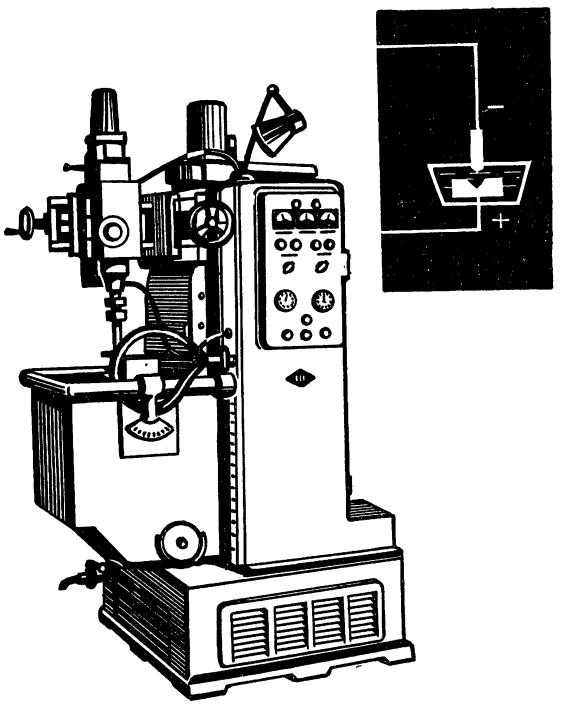
ковые колебания в твердых телах, то для этого наиболее подходит пьезоэлектрический способ. Эти способы называются электромеханическими.

Электроэрозионный метод

Перед вами обычный на вид станок. Нажимаете кнопку — сноп искр, и на детали появляется глубокая выемка замысловатой формы. Ни резца, ни фрезы, способных сделать такую выемку, на станке не ищите.

Как же работает этот станок?

К инструменту (в данном случае это металлический стержень, имеющий такие по форме отверстия или углубления, какие нужно получить на детали) и небольшому участку заготовки (площадью от долей квадратного миллиметра до 2—3 *мм*²) подводится ток высокого напряжения в виде кратковременных мощных разрядов. Искра, вспыхивающая в месте соприкосновения электродов — инструмента и заготовки, имеет очень высокую температуру. Металл расплавляется, в нем образуются так называемые «ванночки». Часть расплавленного металла испаряется, а часть удаляют либо электродинамическими силами, возникающими при разряде, либо механическим путем (движением инструмента или детали). Этот способ обработки называется электроэрозионным («эрозия» в переводе с латинского означает «разъедание»).



Электроэрозионный прошивочно-копировальный станок, работающий по электроискровому способу. *Вверху*: схема рабочего органа станка. Инструмент — катод, деталь — анод.

Электроэрозионный метод имеет интересное свойство: форма электрода-инструмента копируется в заготовке. Это объясняется тем, что разряд возникает между наиболее близкими точками электродов. Поэтому электроэрозионную обработку применяют там, где нужно обрабатывать сложные по форме детали, например внутренние полости кузнечных штампов или постоянных металлических литейных форм (кокилей).

И еще одной важной особенностью обладает электроэрозионная обработка. Разряды электрического тока производят закалку металла. Таким образом, обрабатывая деталь электроэрозионным методом, мы еще делаем ее и более прочной.

Интенсивность электроэрозионной обработки зависит прежде всего от теплопроводности, температуры плавления, удельного электросопротивления электродов и величины электрических разрядов. В этом перечне нет механических качеств обрабатываемого металла. И не случайно. Дело в том, что твердость металла мало влияет на интенсивность процесса.

Станки для электроэрозионной обработки делятся по назначению на отрезные, заточные, шлифовальные, копировальные, комбинированные. Все они имеют генератор импульсов тока, автоматическую подачу электродов, систему отсоса газов и паров. На некоторых станках заготовки и электроинструмент помещены в специальную жидкость. В этих случаях станок оснащен системой снабжения рабочей жидкостью.

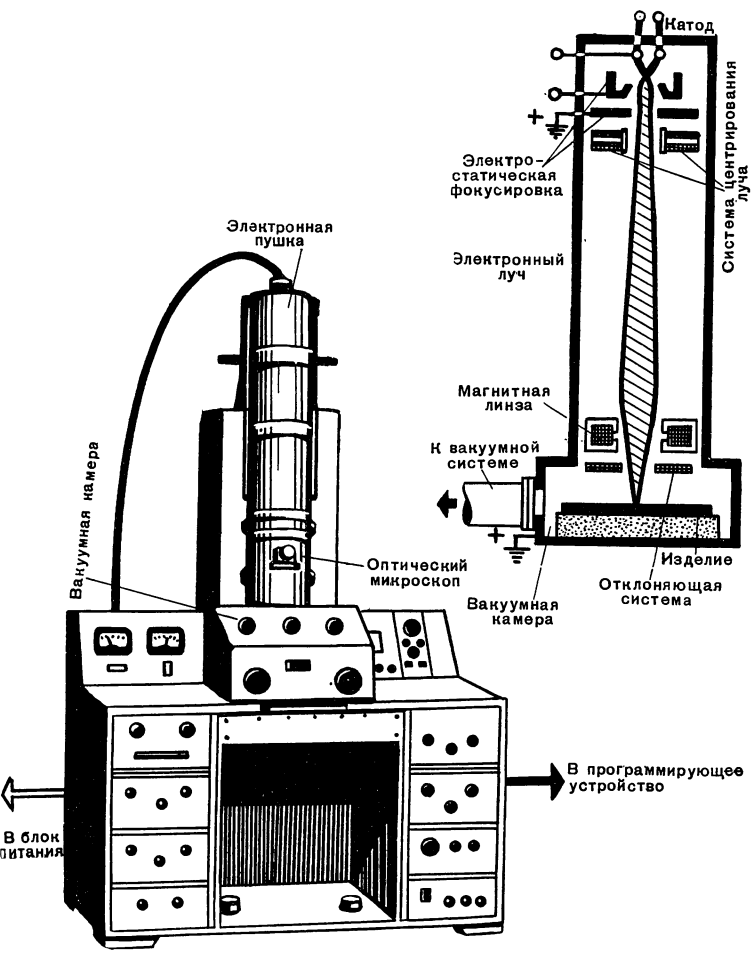
Все существующие станки этого типа основаны на использовании *четырех* известных методов электроэрозионной обработки.

Первый способ — электроискровой — был создан в 1943 г. Затем последовали анодно-механический, электроимпульсный, электроконтактный. Физическая основа всех их одинакова — разрушение поверхности металла электрическим током. Различаются они между собой в основном электрической схемой, типом генераторов и назначением. Так, например, при электроискровом методе инструмент — катод,

деталь — анод, а при электроимпульсном способе — наоборот. Оба эти процесса производятся в специальной жидкости, оба дают довольно высокую точность и чистоту обработанной поверхности.

Особенно широко применяется электроимпульсная обработка. С ее помощью изготовляют ковочные штампы, щели в ситах из нержавеющей стали, извлекают из деталей сломанный и застрявший в них механический инструмент и т. д.

Электроконтактная обработка происходит преимущественно в воздушной среде. Этот способ очень производительный, но зато не очень точный. Его используют для грубых работ: зачистки чугунного литья, обработки сложных криволинейных поверхностей и т. д.



Электронный луч способен прорезать даже в самом твердом металле тончайшее отверстие. На рисунке — внешний вид установки для обработки материалов электронным лучом и принципиальная схема электронной пушки.

Как видите, электроэрозионная обработка имеет огромные возможности и очень широкий диапазон. На станках для электроэрозионной обработки можно изготовлять самые различные изделия — от чуть заметных человеческим глазом деталей часов до огромных ковочных штампов.

Электронолучевая обработка

Задумаемся над проблемой: каким образом крохотный участок поверхности — квадратик со стороной 10 *мм* — из весьма твердого материала разрезать на 1500 частей? С такой задачей повседневно встречаются те, кто занят изготовлением полупроводниковых приборов — микродиодов. Эта задача может быть решена с помощью электронного луча, ускоренного до больших энергий и сфокусированного.

Обработка материалов — сварка, резка и т. п.— пучком электронов —это совсем новая область техники. Она родилась во второй половине 50-х годов нашего века. Возникновение новых методов обработки, разумеется, не случайно. В современной технике приходится иметь дело с очень твердыми труднообрабатываемыми материалами. В часах, например, применяются корундовые камни толщиной в десятые доли миллиметра. И в этих крошечных кристаллах надо просверливать отверстия совсем микроскопические — диаметром в несколько десятков микрон. Искусственные волокна изготовляют с помощью фильер, которые имеют отверстия сложного профиля и при этом столь малые, что волокна, протягиваемые через них, получаются значительно более тонкими, чем человеческий волос. Электронной промышленности нужны керамические пластинки толщиной 0,25 *мм*. На них должны быть сделаны прорези шириной 0,13 *мм* при расстоянии между их осями 0,25 *мм*. Старой технологии обработки такие задачи часто бывают не по плечу.

Поэтому ученые и инженеры обратились к электронам и заставили их выполнять технологические операции резания, сверления, фрезерования, сварки, выплавки и очистки металлов. Оказалось, что электронный луч обладает весьма заманчивыми для технологии свойствами. Попадая на обрабатываемый материал, он в месте воздействия способен нагреть его до 6000° (температура поверхности Солнца). В то же время современная техника позволяет довольно легко, просто и в широких пределах

регулировать энергию электронов, а следовательно, и температуру нагрева металла. Поэтому поток электронов может быть использован для процессов, которые требуют различных мощностей и протекают при самых разных температурах, например для плавки и очистки, для сварки, резки металлов и т. п.

Чрезвычайно ценно также, что действие электронного луча не сопровождается ударными нагрузками на изделие. Особенно это важно при обработке хрупких материалов. Скорость обработки на электроннолучевых установках существенно выше, чем на обычных станках. Улучшается и качество обработки. Наконец, к. п. д. режущего инструмента — электронного луча — составляет около 90%.

Установки для обработки электронным лучом — это сложные устройства, основанные на достижениях современной электроники, электротехники и автоматики. Основная их часть — электронная пушка, генерирующая пучок электронов. Электроны, вылетающие с подогретого катода, остро фокусируются и ускоряются специальными электростатическими и магнитными устройствами. Точная фокусировка позволяет достигать огромной концентрированности энергии электронов, так что на 1 $мм^2$ приходится мощность порядка $1{,}5 \cdot 10^7$ *вт*. Обработка ведется в высоком вакууме, поэтому установка снабжена вакуумной камерой и вакуумной системой.

Обрабатываемое изделие устанавливают на столе, который может двигаться по горизонтали и вертикали. Луч, благодаря специальному отклоняющему устройству, также может перемещаться на небольшие расстояния (порядка 3—5 *мм*). Когда отклоняющее устройство отключено и стол неподвижен, электронный луч может просверлить в изделии отверстия диаметром 5—10 *мк*. Если включить отклоняющее устройство (оставив стол неподвижным), то луч, перемещаясь, будет действовать как фреза и сможет фрезеровать небольшие пазы различной конфигурации. Когда же нужно отфрезеровать более длинные пазы, то перемещают стол, оставляя луч неподвижным.

Интересна обработка материалов электронным лучом с помощью так называемых масок. В установке на подвижном столике располагают маску. Тень от нее в уменьшенном масштабе проектируется формирующей линзой на деталь, и электронный луч обрабатывает поверхность, ограниченную контурами маски.

Контроль за ходом электронной обработки обычно ведется с помощью электронного микроскопа. Он позволяет точно установить луч до начала обработки, например резки по заданному контуру, и наблюдать за процессом. Электроннолучевые установки часто оснащаются программирующим устройством, которое автоматически задает темп и последовательность операций.

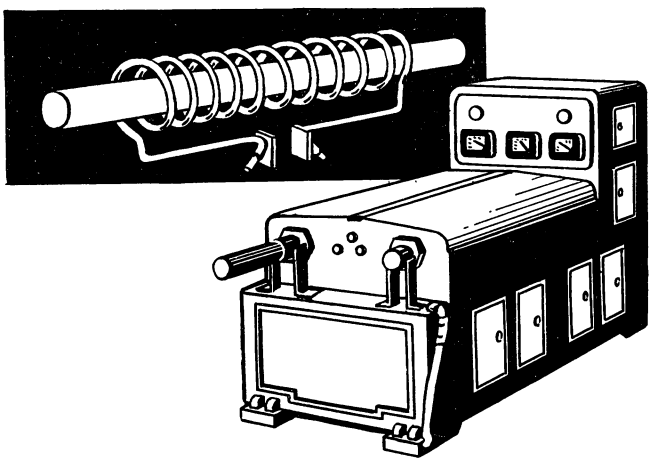
Обработка токами высокой частоты

Если тигель с помещенным в нем куском металла обмотать несколькими витками провода и пустить по этому проводу переменный ток высокой частоты, то металл в тигле начнет нагреваться и через некоторое время расплавится. Такова принципиальная схема применения токов высокой частоты для нагрева.

Но что при этом происходит?

Первый случай, когда разогреваемое вещество — проводник. Переменное магнитное поле, которое появляется при прохождении переменного тока по виткам индуктора, заставляет двигаться в нем свободные электроны, т. е. порождает вихревые индукционные токи. Они и разогревают кусок металла. Диэлектрик же разогревается за счет того, что магнитное поле колеблет в нем ионы и молекулы, «раскачивает» их. А ведь вы знаете, что, чем быстрее движутся частицы вещества, тем выше его температура.

Для высокочастотного нагрева сейчас наиболее широко применяются токи от 1500 *гц* до 3000 *Мгц* и выше. При этом нагревательные установки, работающие на ТВЧ, нередко имеют мощность в сотни и тысячи киловатт. Их конст-



Установка для нагрева изделий токами высокой частоты. *Вверху*: принципиальная схема ее работы.

рукция зависит от размеров и формы нагреваемых объектов, от их электросопротивления, от того, какой нагрев требуется — сплошной или частичный, глубокий или поверхностный, и от других факторов.

Чем больше размеры нагреваемого объекта и чем выше электропроводность материала, тем более низкие частоты можно применять для нагрева. И наоборот, чем выше электросопротивление, чем меньше габариты нагреваемых деталей, тем более высокие частоты необходимы.

Какие же технологические операции в современной промышленности осуществляются с помощью ТВЧ?

Прежде всего, как мы уже говорили, — плавка. Высокочастотные плавильные печи сейчас работают на многих предприятиях. В них выплавляют высококачественные сорта стали, магнитные и жаростойкие сплавы. Часто плавка производится в разреженном пространстве — в высоком вакууме. При вакуумной плавке получаются металлы и сплавы наивысшей чистоты.

Вторая важнейшая «профессия» ТВЧ — закаливание металла (см. ст. «Защита металла»).

Многие важные детали автомобилей, тракторов, металлорежущих станков и других машин и механизмов теперь закаливаются токами высокой частоты.

Нагрев ТВЧ позволяет получить высококачественную скоростную пайку различными припоями.

В металлопромышленности ТВЧ нагревают стальные заготовки для обработки их давлением (для штамповки, ковки, накатки). При нагреве ТВЧ не образуется окалины. Это экономит металл, увеличивает срок службы штампов, улучшает качество поковок. Облегчается и оздоровляется труд рабочих.

До сих пор мы говорили о ТВЧ в связи с обработкой металлов. Но этим не ограничивается круг их «деятельности».

Очень широко применяются ТВЧ и для обработки такого важного материала, как пластмассы. На заводах пластмассовых изделий в установках ТВЧ нагревают заготовки перед прессованием. Хорошо помогает нагрев ТВЧ при склеивании. Многослойные небьющиеся стекла с пластмассовыми прокладками между слоями стекла изготавливают при нагреве ТВЧ в прессах. Так же, кстати, производят нагрев древесины при изготовлении некоторых сортов фанеры и фасонных изделий из нее. А для сварки швов в изделиях из тонких листов пластмасс применяют специальные машины ТВЧ, напоминающие швейные. Этим способом изготавливают чехлы, футляры, коробки, трубы.

Последние годы все шире применяется нагрев ТВЧ в стекольном производстве — для сварки различных стеклянных изделий (труб, пустотелых блоков) и при варке стекла из шихты.

Нагрев ТВЧ имеет большие преимущества перед другими методами нагрева также и потому, что в ряде случаев основанный на нем технологический *процесс лучше поддается автоматизации.*

■

КАК СВАРИВАЮТ МЕТАЛЛ

Автоматическая сварка под флюсом

Летит мощный самолет — быстроходный, огромный воздушный лайнер. Его фюзеляж, его крылья и хвостовое оперение сварены. Мчится поезд — и электровоз, и вагоны сварные. И рельсы, по которым он мчится, и мосты, по которым он грохочет, сварены. Не обошлось без сварки и при создании судов, и при строительстве жилых домов, электростанций, фабрик и заводов. Прогресс техники, любят говорить сварщики, во многом основан на совершенствовании способов соединения деталей.

Долгие годы это умение основывалось на клепке. Прежде чем соединить два металлических листа, их подгоняли друг к другу, пробивали в них отверстия, готовили и разогревали заклепки, вставляли их в отверстия и, наконец, расклепывали молотком или кувалдой. Тяжелый и опасный труд! Чтобы клепаные соединения были прочнее, к ним добавляли всевозможные накладки, тратя на это уйму металла. И все равно в зазоры пробиралась влага, и ржавчина грызла металл.

Инженеры мечтали о мощном источнике нагрева, способном быстро расплавлять и сва-

ривать поверхности изделий. Таким источником оказалась вольтова дуга. В 1882 г. инженер Н. Н. Бенардос предложил «способ соединения металлов непосредственным действием электрического тока». Дуга возникала между металлом и угольным электродом. Так появилась электросварка — самый совершенный сейчас способ соединения металлов.

Летом 1892 г. на завод близ Перми привезли стальной вал с парохода «Пушкарь». Стопудовый вал сломался пополам. Инженер Н. Г. Славянов сварил обе половины так прочно, что вал проработал еще 60 лет. Славянов усовершенствовал открытие Бенардоса, заменив угольный электрод металлическим, плавящимся.

В 1921—1935 гг. в Советском Союзе все шире внедряется электросварка. Идет подготовка кадров. Первый сварной генератор, сделанный на ленинградском заводе «Электросила» для Днепрогэса, оказался вдвое легче клепаного. Но сторонники клепки не сдаются: сварка экономит металл, это бесспорно, но надо еще добиться, чтобы сварной шов был прочным. Дело в том, что, когда расплавленный шов остывает, из него не успевают выйти пузырьки газа. Такой шов ненадежен, в нем образуются поры и трещины. Ученые создают обмазки и покрывают ими электроды; при горении дуги возникает химическая защита. В состав обмазок вводят вещества, улучшающие механические свойства шва — прочность, пластичность, стойкость к ржавлению.

Обмазка помогла советскому ученому К. К. Хренову разработать технологию подводной сварки. Вокруг дуги создается своеобразный газовый пузырь, оттесняющий воду. Сварщики-водолазы могут ремонтировать суда, не вводя их в сухой док, чинить мосты под водой.

Но сварка-то остается ручной, как и клепка. Одетый в брезентовый костюм, держа в руке щиток с темными стеклами, сварщик работает в тяжелых условиях, работает медленно и не всегда успешно. Ручной характер сварки не позволяет ей войти в поточную линию, ускорить сборку и монтаж, гарантировать безупречное качество соединений.

Автоматизировать сварку решает коллектив Института электросварки Академии наук УССР, которым тогда руководил Е. О. Патон. Появляются первые автоматы. Они сами поддерживают дугу, подают из мотка электродную проволоку и передвигаются вдоль изделия. Вместо обмазки применяется другая защита: в зону сварки насыпается флюс — защитный порошок из силикатов и ферросплавов.

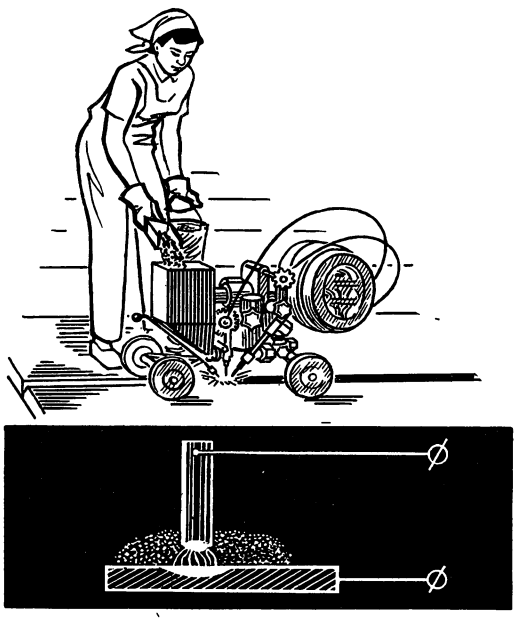
Флюс защищает шов от газов воздуха и от быстрого охлаждения, а чем медленнее остывает металл, тем больше из него успевает выйти вредных газов. Шов становится плотным и прочным: в флюс введены легирующие вещества. Прежде три четверти тепла растрачивалось впустую. Окутав дугу, флюс не дает ей терять тепло, металл проплавляется быстрее, и скорость сварки по сравнению с ручной увеличивается в 5—10 раз!

Киевляне демонстрируют автомат работникам промышленности. Решено, что новый метод можно использовать на строительстве моста через Днепр. Это было в конце 1940 г. ...

За мост удалось приняться только в 1949 г. Через четыре года первому в мире цельносварному мосту было присвоено имя Е. О. Патона. Если бы этот мост строили по старинке, то на миллион заклепок и тысячи накладок ушло бы свыше 3 тыс. *т* лишнего металла. Но он был цельносварным, какими и должны быть мосты в стране, где открыли электросварку и автоматизировали ее.

Электрошлаковая сварка

Наше время ознаменовано постоянным ростом тяжелого машиностроения. Мы строим



Автоматическая сварка под флюсом.

сверхмощные турбины, котлы величиной с десятиэтажный дом, прокатные станы длиной в полкилометра. Огромное количество металла идет на каждую такую машину.

Отливка цилиндра крупного пресса весит 350 *т*. Чтобы ее сделать, надо приготовить сложную модель и мудреную оснастку. Машинная формовка здесь не годится— значит, много ручной работы. Заготовку для цилиндра с переменным сечением отлить и проковать невозможно. Приходится делать цилиндр с самым большим сечением, а потом срезать припуски.

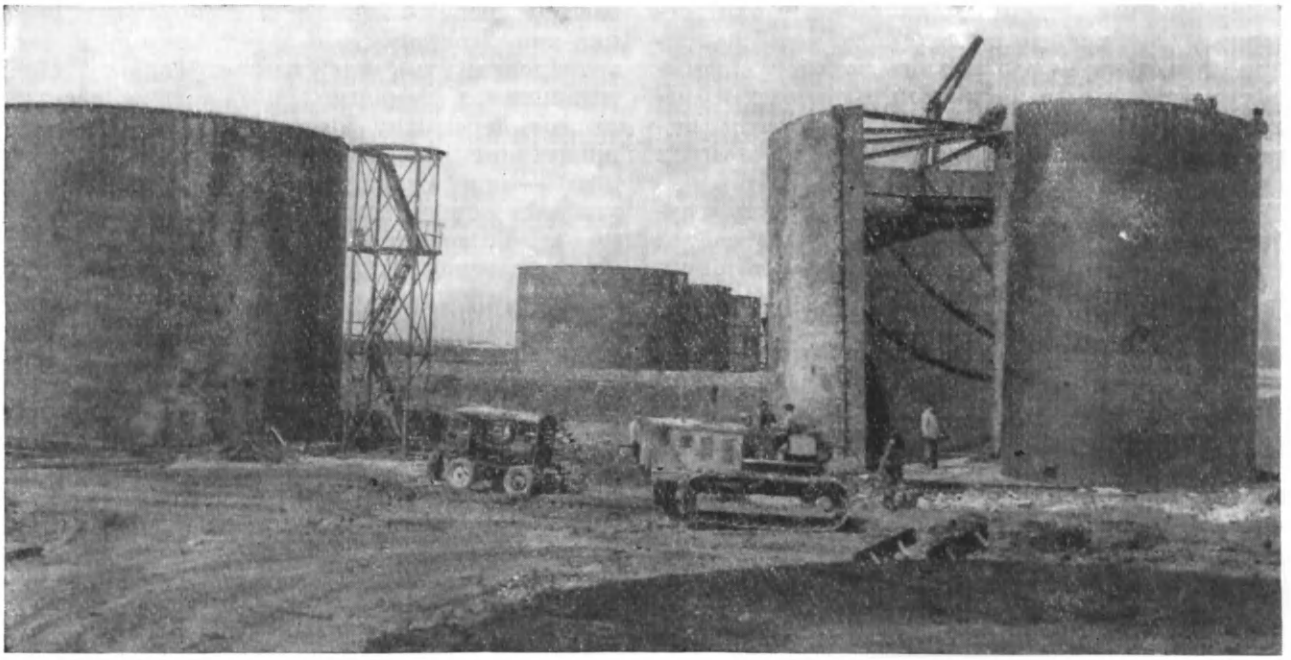
Часть металла уходит в окалину при ковке, часть — в стружку при механической обработке. Готовый цилиндр весит 100 *т*. Потеряно 250!

Но разве нельзя сделать несколько отливок поменьше и приварить их друг к другу? Посмотрим. Толщина стенки цилиндра 35 *см*. Прошел над зазором аппарат — в зазоре остался слой металла. Но это не весь шов, это его сотая часть по толщине. Слой надо очистить от шлака и наварить на него еще 99 таких слоев. И еще неудобство: трудно варить шов, расположенный вертикально, — стекает металл, осыпается флюс. А у многих конструкций полным-полно таких швов.

Снова Институт электросварки берется за дело и создает новый способ — электрошлаковую сварку. Расплавленный флюс хорошо проводит ток и выделяет много тепла. Можно подобрать такой флюс, чтобы его электрическое сопротивление было меньше, чем у стали. Если через него пропустить ток, он расплавит электрод и кромки изделия. Для сварки по этому способу две крупные детали ставят друг подле друга так, чтобы шов получился вертикальным. Сбоку подводится сварочный аппарат. Головка подходит к зазору сбоку, электроды выгибаются так, чтобы они опустились в зазор параллельно краям свариваемых деталей.

Медные планки-ползуны, охлаждаемые водой, охватывают зазор, получается ванна; две ее стенки — планки, две другие — края детали. В ванну, на подкладку, насыпают флюс и зажигают дугу между подкладкой и электродами. Дуга расплавляет и флюс, и электроды. Флюс превращается в электропроводный шлак. Он надежно защищает расплавленный металл от кислорода и азота воздуха. Края деталей и

Аппарат для электрошлаковой сварки ползет вверх, и две детали соединяются за один проход аппарата.



Новый метод сварки резервуаров позволяет почти все сварочные работы производить на заводе. Затем сваренные «полотнища» сворачивают в рулон и вывозят с завода. Окончательный монтаж резервуара занимает 3—4 дня.

электроды расплавляются, и металл заполняет ванну. Аппарат ползет вверх по рельсам, за ним планки-ползуны, и мы видим яркий багровый шов.

Металлическая ванна растет, твердеет, кристаллизуется. Аппарат поднялся до конца шва. Две детали соединены за один проход. Не за сто, а за один!

Но дело не только в этом. Сварка под флюсом не гарантирует безукоризненную плотность шва. Газы воздуха все-таки попадают в расплав. Если они не успеют выбраться из металла до его кристаллизации, застывший металл их уже не выпустит. Газы останутся в порах, поры превратятся в трещины. При электрошлаковой сварке этого не случается — выручает шлаковая ванна. Она служит тепловой надставкой над ванной металлической. Все трещины непрерывно заливаются металлом. Газы уходят наверх через расплав и шлак еще до кристаллизации.

Разработав электрошлаковую сварку, сотрудники Института им Е. О. Патона обнаружили, что металл шва гораздо плотнее, чем металл деталей и электродов. И вот на запорожском заводе «Днепроспецсталь» строят печь для переплава высококачественной стали в сверхвысококачественную на основе нового способа.

Опытная партия электрошлаковой стали проявила при обработке великолепные качества. На подшипниковом заводе в Москве в перешлифовку пошло втрое меньше подшипников, брак исчез вовсе, а сами подшипники стали служить вдвое-втрое дольше, чем прежде.

Резервуар и труба сворачиваются в рулон

В 1947 г. на «Запорожстали» была задута первая в мире цельносварная доменная печь. Сварка помогла изменить технику монтажа. Прежде конструкцию сваривали в процессе монтажа на высоте. Строители и сварщики поступили иначе. Они начали сваривать детали на площадке или даже на заводе, а потом с помощью кранов поднимали крупные блоки наверх. На высоте трудно варить автоматом, а внизу — легко. Автомат же — это скорость и надежность.

После опыта с домнами стало ясно, что автоматизацию сварки можно осуществить лишь в условиях завода. Но как быть с гигантскими

сооружениями, такими, например, как резервуар для хранения нефти? Это ведь не секция и не блок — это махина высотой с четырехэтажный дом и диаметром с цирковую арену. Такие изделия на транспорте называют негабаритным грузом, по железным дорогам их возить нельзя.

А что если корпус резервуара свернуть в рулон, как чертеж? Автоматы на заводе сварят корпус — «листочек» длиной 72 *м* и шириной 12 *м*. Его свернут в рулон диаметром всего 3 *м* — габаритный груз — и вывезут с завода! Основная часть монтажа перейдет на завод, сварка будет автоматизирована. Сварщикам на площадке останется варить не 3 *км* швов, как прежде, а только 430 *м*.

Поставить и развернуть рулон можно обыкновенным трактором и лебедкой. Трудоемкость монтажа сократится вчетверо, а срок — в 5—10 раз. И, что очень важно, о качестве швов, сваренных автоматами, беспокоиться нечего.

Резервуары методом рулонирования строят в Башкирии, в Сибири и на Северном Кавказе, а ученые заняты новой проблемой— рулонированием труб. Это очень важно. Можно сделать трубу из двух лент: наложить ленты одна на другую и сварить их по краям. А потом свернуть в моток, привезти в поле и пустить под давлением в щель между лентами воздух или воду — труба распрямится, как пожарный шланг. Тогда на платформе поместится не 200 *м* труб, как до сих пор, а 3 *км*, и на монтаже в десятки раз уменьшится количество стыков. Монтаж ускорится, трубы станут надежнее. Только вместо крупной углеродистой стали нужен другой, более упругий материал. Не подходила для этой цели и медленная сварка под флюсом. Ей на смену пришла к о н т а к т н а я с в а р к а.

Зимой 1959/60 г. в Запорожье вступает в строй первый в мире стан для изготовления плоскосворачиваемых труб. Два мотка ленты навешивают на барабаны. Разматываясь, ленты поступают в валки, которые направляют сдвоенные листы в сварочное устройство. От трансформаторов к роликам-электродам, сжимающим ленты, подается ток. По краям ленты появляются две багровые полосы, сварка идет со скоростью 1200 *м/час*.

Контактная сварка

Что такое контактная сварка, которую применили для изготовления плоскосворачиваемых труб, понять нетрудно. Детали укладывают в зажимы машин и пропускают через них ток. При переходе электрической энергии в тепловую стык нагревается. Торцы деталей соединяются неплотно, мельчайшие расплавленные перемычки между ними разрушаются, происходит маленький взрыв, детали сжимают — они сварились. Кислород, конечно, успевает окислить металл, но окислы мгновенно выталкиваются наружу.

Контактная сварка бывает точечной и шовной. Контактные машины сваривают звенья цепей, ободья колес, детали велосипедов и мотоциклов, валы, арматуру для железобетона, рычаги. Контактные машины — мощные агрегаты, снабженные трансформаторами, которые понижают напряжение сети так, чтобы сварочный ток достигал десятков тысяч ампер. Машины, снабженные сотней электродов, сваривают сразу в сотнях точек. Так делают, например, кузова автомобилей. Контактная сварка очень выгодна: ни флюса, ни электродной проволоки не нужно, а главное — быстрота.

В трубосварочный агрегат входит сварочная головка с контурным трансформатором (его сердечник — кольцо, плотно обхватывающее трубы на стыке), трактор, передвижная электростанция, приспособления для зачистки труб и удаления выдавившегося металла. Агрегат не боится бездорожья и уверенно ползет вдоль газопровода. Появление таких агрегатов вдвое снизило стоимость сварочных работ и втрое повысило их производительность.

Газы оберегают дугу

В конструкциях много криволинейных швов. Сваривать их под флюсом неудобно. А без флюса приходится сваривать вручную. И ученые задумались: нельзя ли испробовать для защиты дешевый углекислый газ? Но ведь металл начнет окисляться от кислорода, содержащегося в самом углекислом газе.

Углекислый газ разлагается на окись углерода и кислород. Сталь жадно хватает

Схема сварки в среде углекислого газа.

его. Получается окись железа — бич сварщика. Но против этого есть оружие — активные раскислители — кремний и марганец. Они отберут кислород у стали, соединятся с ним и превратятся в шлак. Железо останется чистым. Значит, надо добавить в электрод или в присадочную проволоку раскислители.

Первые установки для сварки в углекислом газе испытывали на Подольском заводе им. Орджоникидзе, где строят котлы и нефтеаппаратуру — сплошные криволинейные швы. Сварка в CO_2 кремнемарганцевой проволокой оказалась почти такой же надежной и быстрой, как под флюсом.

Флюс непригоден для сварки кривых швов или труб из тонкой ленты. Не годится этот метод и для сварки некоторых материалов, например нержавеющей стали. Не годится здесь и углекислый газ. А трубы из такой стали очень нужны химии и пищевой промышленности. Здесь на помощь приходят инертные газы — аргон и гелий. Дуга зажигается между неплавящимся вольфрамовым электродом и изделием. Электрод проходит сквозь мундштук, по которому подается и инертный газ. Газ обволакивает дугу и не пускает к ней азот и кислород воздуха.

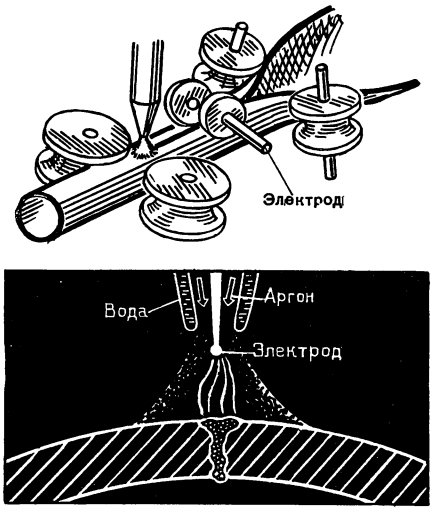
На Московском трубном заводе работает стан. Лента проходит через валки, округляется, кромки ее сближаются и плывут под сварочный узел. Конец вольфрамового стержня выступает из сопла, через которое вытекает и инертный газ. Дуга расплавляет и сваривает кромки ленты. Получается труба.

Но аргон не позволяет ускорить процесс. Хотя этот газ и именуется инертным, он не только защищает дугу от воздуха, но еще и охлаждает электрод. Он не равнодушный страж сварочной зоны, а участник ее создания, но участник «ленивый»: скорость сварки не больше 1,5 *м/мин*. Сварщики попробовали пустить вместо аргона гелий; скорость поднялась до 4 *м/мин*. Но гелий в пять раз дороже аргона. И трубники идут на компромисс — смешивают аргон с гелием. При такой аргоногелиевой сварке высокая стоимость гелия окупается возросшей вдвое производительностью стана — 3 *м/мин*.

Спиральная сварка и ТВЧ

Наши ученые создали еще один способ сварки магистральных труб. Перед трубосварочным станом поставили формовочно-гибочную машину, валки которой расположены под углом друг к другу. Машина сворачивает лист в спираль, два автомата — один сверху, другой снизу — ведут непрерывную сварку. Процесс идет помедленнее, чем при продольной сварке, но зато спиральный шов испытывает гораздо меньше напряжений и трубы получаются надежнее.

А труб требуется стране все больше и больше. И инженеры вернулись к контактной сварке, но не к простой, а к контактной сварке токами высокой частоты. При этом методе сварки края свернутой ленты разогреваются не от сопротивления обычному току — их мгновенно расплавляет ток высокой частоты. Он поступает по медной, охлаждаемой водой шине, расположенной вдоль кромок трубы. Новые трубы подвергли жестоким испытаниям. Их мяли, сворачивали, сплющивали в лепешку, травили в кипящей серной кислоте с купоросом. И что же? Сталь не выдержала, а шов остался целехонек.



Трубы из нержавеющей стали сваривают в среде инертного газа — аргона.

Новый стан выпускает трубы со скоростью 70 *м/мин* — 4200 *м/час*!

Но при создании труб даже этим очень выгодным способом не решается задача транспортировки. И строители трубопроводов предложили еще одну смелую идею: делать трубы прямо на трассе. И сейчас ученые проектируют передвижной стан спиральной сварки труб токами высокой частоты. Станы будут путешествовать!

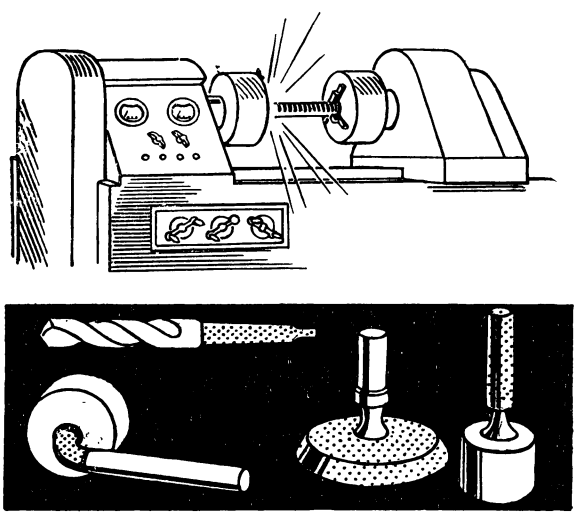
Холодная сварка

Кто из вас не видел алюминиевых кастрюль с маленькими ручками? А знаете, как прикрепляют ручки к кастрюлям? Ясное дело, скажете вы, берут паяльник и припаивают. Раньше это действительно делалось так. Но способ этот не из лучших: работа ручная, идет медленно, при пайке используется дорогой припой — медь, кремний, алюминий, выделяются вредные газы. Теперь же все шире применяется новый оригинальный способ соединения деталей — холодная сварка.

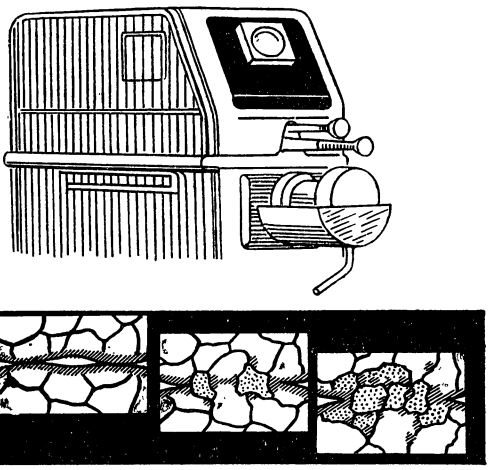
Мы уже привыкли к тому, что всякая сварка требует нагрева, и слова «холодная сварка» могут показаться странными. Но ничего странного здесь нет. Дело в том, что металлам присуща одна особенность: электроны внешних орбит их атомов слабо связаны со своими ядрами. Если детали, которые нужно сварить, подвергнуть давлению, электроны одного атома перейдут на орбиты другого и между атомами произойдет сцепление. Нужно только хорошенько очистить соприкасающиеся поверхности.

Холодной сваркой соединяют алюминий и его сплавы, магний, никель, свинец, кадмий, цинк, серебро, титан. Ее широко используют в электротехнике. Она отличается большой производительностью и ничтожным расходом энергии.

Другой, близкий к описанному вид сварки создал токарь Эльбрусского рудника Алексей Чудиков. Как-то раз он обтачивал детали.



Сварка трением.



Пластмассу и фольгу сваривают ультразвуковые аппараты.

Вдруг деталь приварилась к станку. Чудиков задумался и начал экспериментировать. Вот к чему он пришел. Одну деталь надо закрепить неподвижно, а другую вставить во вращающийся патрон. Затем, пустив станок на большие обороты, нужно сблизить детали так, чтобы они нагрелись от взаимного трения. Если теперь мгновенно сжать детали и остановить вращение, они становятся единым целым — свариваются.

Выгода этой сварки очевидна: энергии расходуется в 10 раз меньше, чем при контактной сварке; процесс легко автоматизировать; оборудование — обычный токарный станок. Сварка трением отлично подошла к меди, латуни, алюминию, а для чугуна оказалась просто находкой.

Есть такой материал — фольга, тонкая, как папиросная бумага. Конструкторам приборов очень часто требуется сварить два листка фольги или приварить один лепесток фольги к обычной детали. Как вы станете сваривать фольгу? Под флюсом? В газовой атмосфере? От малейшего нагрева лепестки фольги закрутятся и сгорят.

А пластмассы, идущие теперь на смену многим металлам? Не всякое изделие из пластмассы отштампуешь в прессе, кое-какие детали приходится и соединять. Но как приваривать пластмассу к пластмассе, если от малейшего нагрева она начинает деформироваться?

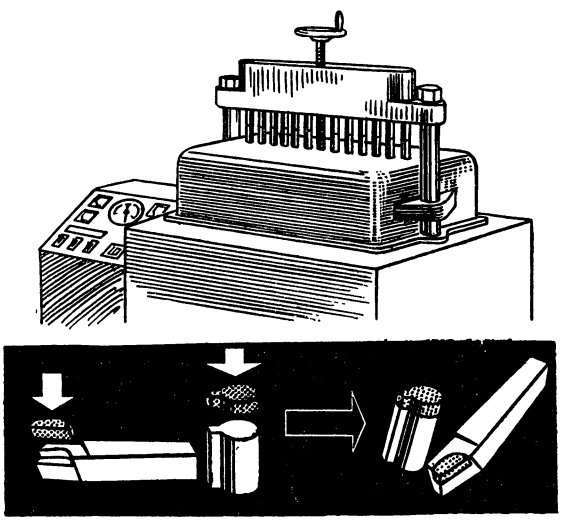
И фольгу, и пластмассу сваривают ультразвуковые аппараты (см. ст. «Ультразвук работает»).

Диффузионная сварка в вакууме

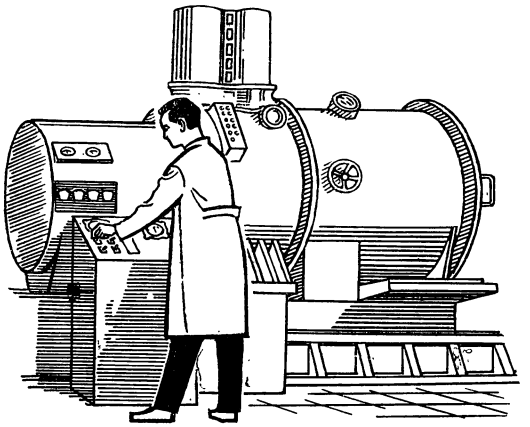
Если к диффузии добавить еще одну новинку в сварке — вакуум, то такие материалы, как сталь, чугун, твердые сплавы, свариваются настолько активно, что установить между ними линию раздела металлографически невозможно. Для нагрева деталей по методу диффузионной сварки в вакууме пользуются токами высокой частоты, а для сдавливания — гидроаппаратурой. А вакуумная камера — это защитная среда. Прежде зону защищали флюсами и газами, а тут ее защищает полное отсутствие воздуха. Лучше и не придумаешь.

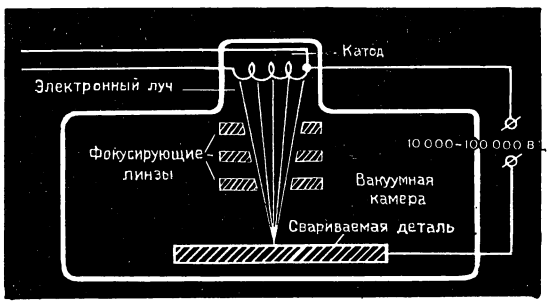
Диффузионная сварка первым делом улучшила изготовление резцов. Инструментальщики стали обходиться без дорогих припоев (а в припой входит даже серебро). После сварки в вакууме детали не требуют никакой обработки: нет окалины и шлака. Высокопроизводительные холодно-высадочные автоматы простаивали из-за отсутствия специальных магнитов. От обычной сварки магниты размагничивались, а диффузионная выручила.

Главное же преимущество: сварка в вакууме позволяет соединять прежде не соединявшиеся материалы. А это вызывает к жизни многие новые изделия. Вот, например, медь соединилась с молибденом именно так, как этого требовали конструкторы нового, бесшумного ткацкого станка. Впервые сталь прочно соединилась с чугуном, алюминием, вольфрамом, титаном, металлокерамикой.



Сталь, чугун и твердые сплавы активно свариваются методом диффузионной сварки в вакууме.





Электронный луч хорошо сваривает тугоплавкие металлы.

Электроннолучевая сварка

Вспомните, как работает кинескоп телевизора. С раскаленной вольфрамовой ниточки катода срываются электроны и несутся к аноду. Электрические и магнитные поля сжимают их, возникает электронный луч. Он-то и рисует на экране трубки изображение (см. статьи раздела «Радиоэлектроника»).

Но луч может не только рисовать. Он способен испепелить любое препятствие. Это заметили инженеры, работавшие с электронными микроскопами. Чтобы улучшить качество изображения, они увеличили мощность луча, и объект испарился. Тогда луч приспособили для прошивки тугоплавких металлов. Но раз им можно резать, можно и сваривать. Те же самые тугоплавкие металлы: тантал, вольфрам, цирконий, ванадий и ниобий.

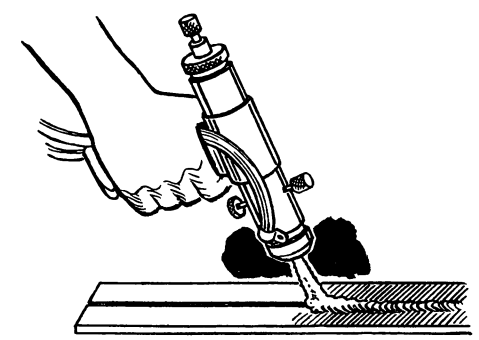
Мы в одной из лабораторий Института электросварки. Перед нами темно-серый металлический цилиндр. Это вакуумная камера. В камере на вращающемся столе закреплены детали. Воздух откачивается непрерывно, разрежение, как в радиолампе. Включается ток.

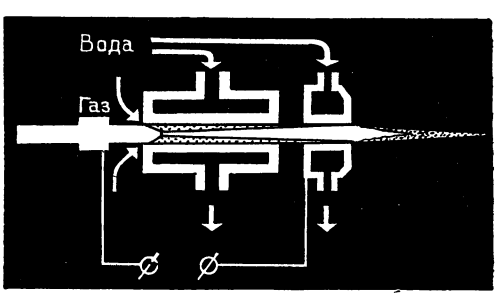
Вольфрамовая нить электронной «пушки» накаляется и испускает пучок электронов. Они несутся со скоростью 16 тыс. *км/сек* и, бомбардируя поверхность металла, отдают ему свою кинетическую энергию. Энергия переходит в тепло. Сварщик-оператор сидит на помосте перед щитом управления, стрелки приборов сообщают ему о режиме сварки. Несколько секунд — и две пластинки из молибдена или вольфрама сварены тончайшим и прочнейшим «кинжальным», как говорят сварщики, швом.

Плазма в руках сварщика

В Институте электросварки можно увидеть не только электронную «пушку», но и плазменный «пистолет». Он тоже может и резать, и сваривать.

Как работает обычный кислородно-ацетиленовый резак? Ацетилен горит в кислороде, расплавляет металл, потом струя кислорода выдувает из металла окислы — продукты сгорания. Так режут обычную сталь. Но попробуйте разрезать высоколегированную. Железа, которое жадно окисляется и мигом выгорает, в ней очень мало. Сталь насыщена хромом, никелем, молибденом, титаном. А они не режутся при температуре горелки (3000°).





Пламя газоэлектрической горелки в 5 раз жарче, чем поверхность Солнца.

Тогда возникла идея газоэлектрической горелки на основе сварочной дуги. Отрицательный полюс постоянного тока присоединяется к вольфрамовому стержню, положительный — к соплу горелки или к изделию. В горелку подают аргон или гелий. Загоревшуюся между вольфрамом и соплом дугу сжимает канал из жаропрочного сплава. Возникает высокое давление. Температура дуги повышается. Поток плазмы создает вокруг себя магнитное поле. Оно еще более сжимает плазму, еще больше повышает ее температуру. Тридцать тысяч градусов, в пять раз жарче поверхности Солнца,— вот какое пламя вылетает из «пистолета»-горелки! Такое пламя режет любой материал, как нож масло, и столь же хорошо сваривает.

Нейтронная сварка

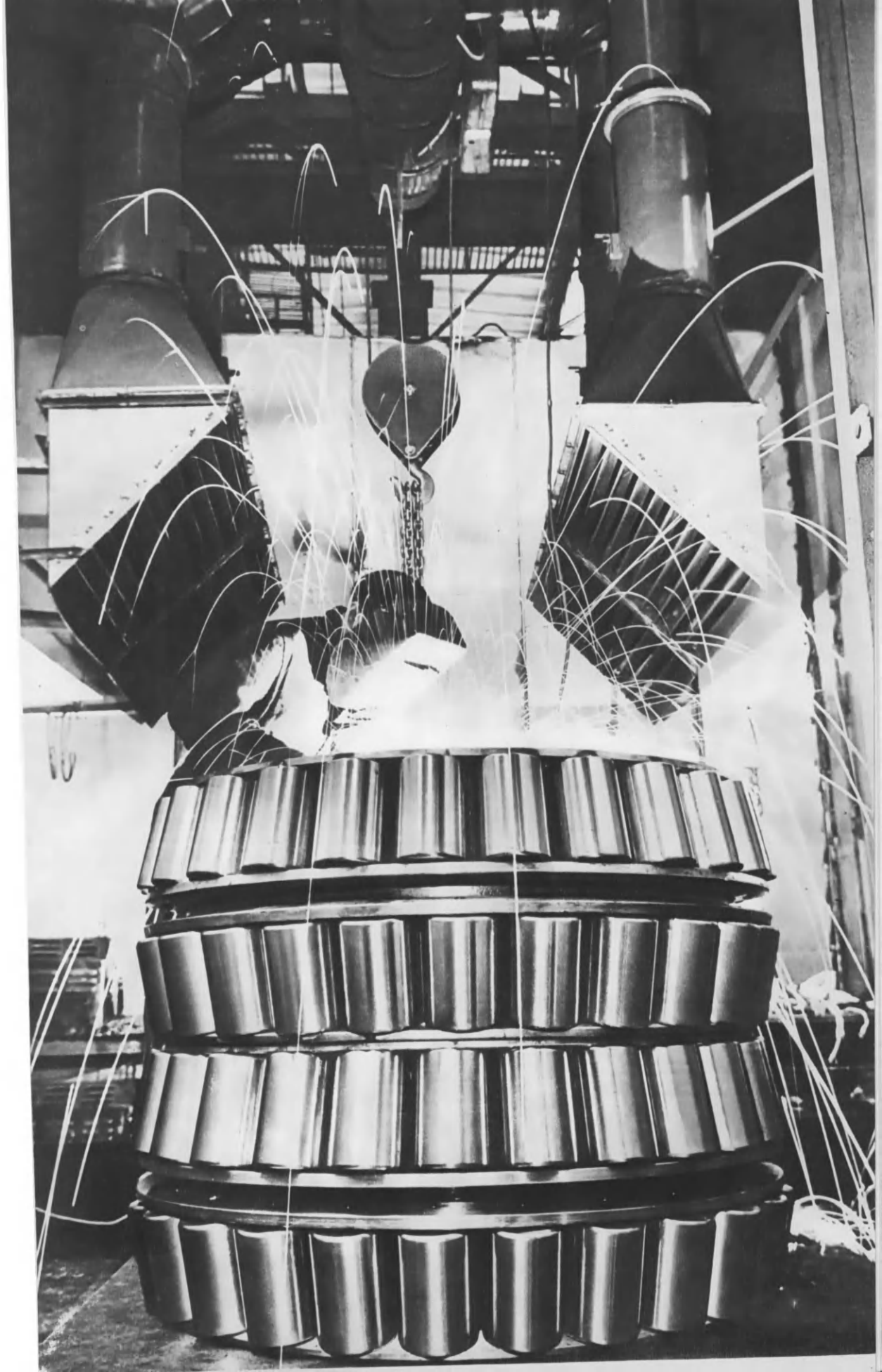
Ультразвуковая сварка обязана своим развитием пластмассам. Но вот химики преподносят промышленности еще одну пластмассу — тефлон. Тефлон равнодушен ко всем кислотам и щелочам, он не горит, не набухает в воде, не реагирует на температуру до 200°, не пропускает ток. Он обещает быть отличным материалом для химической аппаратуры, изоляции, подшипников. Но чтобы использовать тефлон, его часто нужно сваривать, а он свариваться не желает. Однако ученые нашли управу на тефлон — ядерную сварку, разработанную в Институте химической физики АН СССР.

На поверхность полимера, свариваемого с тефлоном, наносят соединение бора. Один из его изотопов, бор-10, поглощает нейтроны. Проглотив нейтрон, ядро бора делится на альфа-частицы и ядра лития. Эти осколки обладают большой энергией. На их пути за десятимиллиардную долю секунды все разогревается до 1000°. Происходит диффузия: атом углерода, оторвавшись от атома водорода в своей молекуле, тянется к атому углерода другого полимера. Молекулы двух соединяемых полимеров прочно «сшиваются». Этим способом тефлон сваривается с полистиролом, органическим стеклом и другими полимерами.

Великое будущее сварки

В конце XIX в. в России появились первые ученые-электросварщики. Теперь у нас около

Такие гигантские подшипники служат опорами для валков прокатных станов... →



ста способов сварки, сотни тысяч квалифицированных рабочих-сварщиков. Профессия сварщика не легка. Сегодня он сваривает один металл, завтра — другой, сегодня — арматуру, завтра — водовод плотины. Нынче он работает в южных степях, завтра — в зимней тайге или высоко в горах. Электросварщик идет в первом отряде строителей.

Но даже не в этом романтика профессии сварщика — она в борьбе за технический прогресс. Уже около половины всех сварочных работ выполняет не «ручник», а машины. Сварка сегодня — это постоянное научное и техническое творчество. На ее вооружении не только электротехника и механика, а и радиоэлектроника, математика, физика, химия, кибернетика.

Прежде сварку называли микрометаллургией. На наших глазах сварка из чисто металлургического процесса превращается в процесс физико-химический, концентрирующий в себе новейшие достижения смежных отраслей науки и техники и в свою очередь обогащающих их.

Само слово «сварка» происходит от глагола «сваривать». Но чтобы соединить металл, сваривать его не обязательно. Ученые полагают, что слово «сварка» скоро станет анахронизмом. Широкое применение холодной сварки, диффузионной, ультразвуковой, нейтронной — веское тому подтверждение. Конечно, расплавление металла не уйдет из сварочного обихода. Будет и дуга, и плазма, и электронный, и световые лучи. Кроме того, сварка объединится со склеиванием — уже сейчас в самолетах используют клеесварные конструкции.

Уже сегодня сварка изменяет лицо некоторых отраслей народного хозяйства. В ближайшие годы ожидают глубокое внедрение сварки в металлургию. Как показал опыт Днепропетровского завода металлоконструкций, где работает первая в мире автоматическая линия сварки и сборки двутавровых балок, многие изделия гораздо выгоднее сваривать, а не прокатывать. Придет время — и сварочные машины будут встраивать в металлургические цехи, так же как теперь в механосборочные. ■

ЗАЩИТА МЕТАЛЛА

Вы видите на улице автомобиль. Издали он кажется вам новым. Но приглядитесь внимательнее, и, возможно, вы увидите на его поверхности едва заметные пузырьки. Многие из них уже лопнули и походят на кратеры вулканов, сфотографированные сверху, с большого расстояния. Только внутри этих «вулканов» не застывшая лава, а бурая ржавчина.

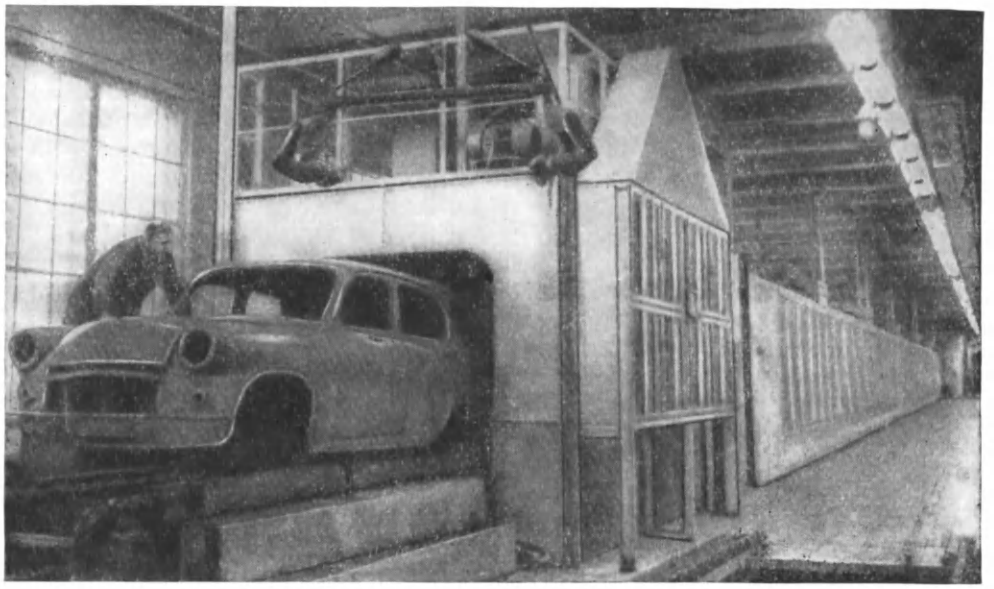
Автомобиль этот действительно еще сравнительно новый — ему всего 5—6 лет от роду. По своим ходовым данным он достаточно хорош. Он мог бы еще долго бегать по дорогам, выполняя различную полезную работу. Но беспощадная коррозия почти вдвое укорачивает его век. Она пожирает металл, вздувает краску кузова, образуя на ее гладкой поверхности кратерообразные бурые пятна.

Коррозия приносит огромный ущерб. Подсчитано, что каждый год она уносит до 10% железа и сплавов. Естественно поэтому, что люди стремятся защитить металл от разъедания и коррозии, особенно когда ему предстоит «работать» во влажном воздухе, в воде, соприкасаться с вредно действующими на него газами и жидкостями.

Все знают о никелированной, луженой, эмалированной посуде, оцинкованном железе крыш, о лаках и красках, которыми покрывают металлические изделия. Часто на металл наносят защитную о к и с н у ю п л е н к у. Тогда тонкий слой уже окислившегося металла предохраняет деталь от дальнейшего разрушения. А алюминий сам защищает себя этим способом: под воздействием воздуха на его поверхности образуется тонкий прочный слой окислов. Нередко металл для защиты покрывают с л о е м д р у г о г о м е т а л л а — олова, цинка, никеля, хрома.

Если образовать на поверхности стальных, алюминиевых или цинковых изделий либо их сплавов тонкий слой фосфатов (солей фосфорной кислоты), а затем нанести краску, лак, масло, то деталь также не подвергнется коррозии. Кузов автомобиля «Москвич», например, прежде чем попасть на окраску, проходит через

Минута... Вторая... Третья... Одна за другой сходят с главного конвейера Горьковского автозавода машины, носящие имя великой русской реки Волги. ■

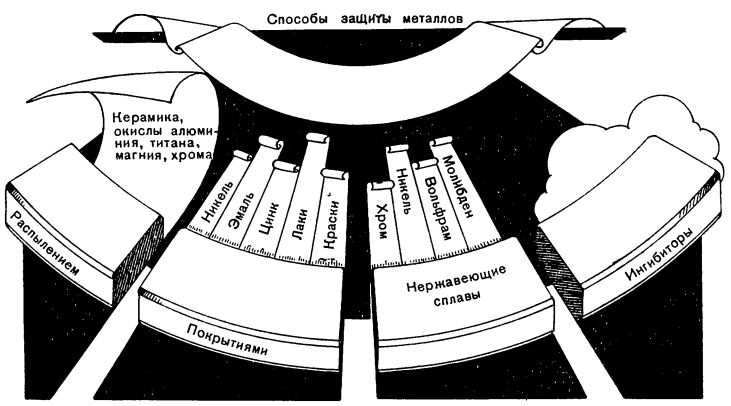


Механизированная линия подготовки кузовов под окраску на Московском заводе малолитражных автомобилей. Пройдя сквозь все камеры этого конвейера, кузов сможет потом служить на 5 лет дольше.

несколько подготовительных камер с душем: сначала обезжиривающим, затем обычным, промывочным, а в конце фосфатным. В результате на поверхности металла образуется тонкая защитная пленка, помогающая краске предохранять металл от коррозии. Благодаря ф о с ф а т и р о в а н и ю срок службы кузова удалось продлить на несколько лет.

В качестве покрытия предложено также применять изготовленную химиками полиэтиленовую пленку. Она тоже предохраняет металлические конструкции от коррозии. Изоляция п о л и м е р н ы м и п л е н к а м и начинает получать все более широкое применение.

«Бронировать» металлические трубопроводы можно и с помощью особой п а с т ы, которую наносят на металлическую поверхность. А многие металлические предметы и трубы выпускаются сразу с готовым покрытием, защищающим их от коррозии.



Но покрытие поверхности различными защитными преградами лишь одно из направлений борьбы за долгую жизнь металла. Металлурги научились в этих целях изменять и сам металл. Таковы, например, многие с п л а в ы. Их делают нержавеющими, добавляя различные элементы, которые хорошо сопротивляются коррозии. Например, если в сталь добавить немного хрома, никеля, вольфрама, молибдена, то она становится прочной и нержавеющей.

Иные способы защиты используются при длительном хранении металлических изделий. Для этого применяют найденные химиками особые составы, замедляющие скорость разрушения материалов,— и н г и б и т о р ы. В пропитанной ими бумаге можно долго хранить изделия, не опасаясь их порчи. Дело в том, что ингибиторы не позволяют кислороду воздуха и влаге проникать к металлической поверхности. Некоторые ингибиторы наносят прямо на поверхность готовой машины. Ее помещают для этого в специальный контейнер и пускают туда пары ингибитора. Когда пары оседают, машина оказывается покрытой защитной пленкой.

Но металл приходится защищать не только от разъедания и коррозии. Есть у него и другие враги — трение, износ и высокие температуры. Так, например, всего лишь на один килограмм вес изношенной автомашины меньше,

чем вес новой. Всего один килограмм износа — и машина выходит из строя! Если вспомнить, сколько машин работает на полях и в шахтах, на заводах и в рудниках, на электростанциях и на транспорте, станет ясно, какие выгоды может принести народному хозяйству успешная борьба с износом деталей.

Какими же способами это делается?

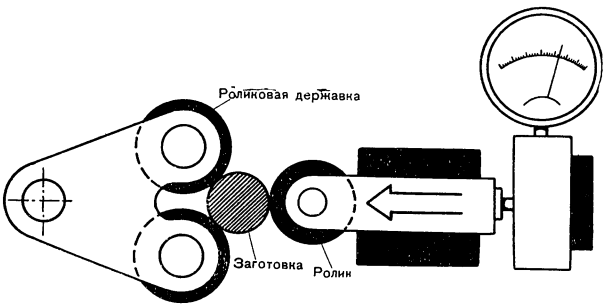
Одно из направлений — *разделение трущихся поверхностей*. Во вращающихся частях машин для этой цели применяют подшипники. Очень часто поверхности разделяют слоем смазки.

Другое направление — *увеличение прочности деталей при их изготовлении*. Для этого существует целый ряд способов: т е п л о в а я о б р а б о т к а, при которой изменение температуры ведет к изменению свойств материала; о б к а т к а, позволяющая сгладить поверхность, уплотнить ее, и т. д. При этом трещины углубления, всевозможные неровности, оставшиеся от предыдущей обработки резцом, выравниваются. Увеличивается и твердость металла, он лучше сопротивляется износу. Например, обкатка вагонной оси увеличивает срок ее службы в 25 раз. Такой обработке подвергают детали цилиндрической формы и отверстия. Иногда вместо обкатки отверстий применяют продавливание сквозь них стальных шариков или другого инструмента.

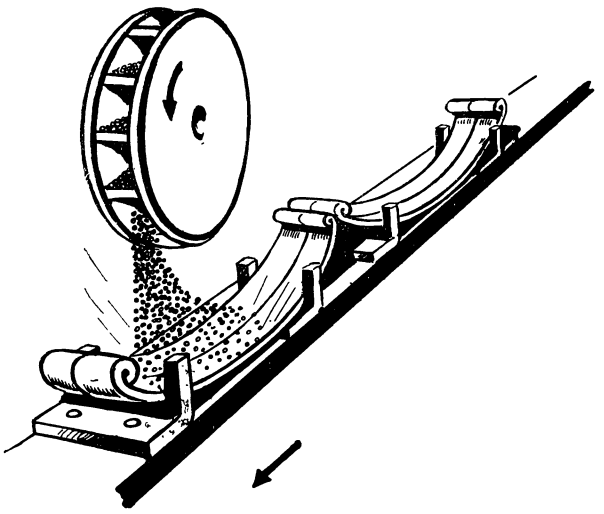
Широко используется и о б д у в к а деталей дробью. При ударах дробинок поверхность металла так же уплотняется и сглаживается, как и при обкатке. Тонкий поверхностный слой приобретает большую прочность. Срок службы обдутых дробью пружин, например, возрастает почти вдвое. Прочность коленчатого вала двигателя увеличивается в 9 раз, спиральных пружин — в 13 раз, сварных швов — в 3 раза.

Можно наносить удары по поверхности и стальными шариками. Правда, этот способ применяется только для обработки цилиндров и плоскостей. Но зато он может заменить тонкое шлифование и полирование и требует гораздо меньшей затраты труда. Для обработки крупных деталей вместо шариков применяют специальные бойки. Ударами бойка прочность металла повышается примерно в полтора раза.

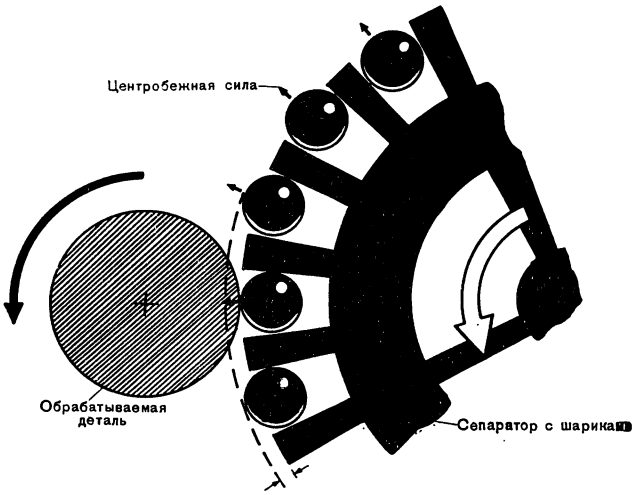
При упрочении металла, так же как и при защите его от внешних воздействий, на помощь нередко приходит химия. Поверхностный слой насыщают углеродом и азотом, алюминием, хромом, кремнием, бором. Их молекулы проникают в защищаемый металл и образуют в нем твердый поверхностный слой с повышенной



Обкатка роликами значительно увеличивает твердость поверхности металлического изделия.



Обработка рессорных листов дробью делает их значительно «выносливее» к износу.



Удары стальных шариков увеличивают прочность деталей и сглаживают их поверхность.

прочностью и износоустойчивостью, стойкостью против окисления, нагрева, действия кислот. Нужные для этого химические вещества применяют в жидком виде — в растворах, газообразными или в виде порошков, которые в расплавленном состоянии наносят на поверхность металла. Так, например, покрывают детали алюминием.

Покрывают детали и твердыми сплавами. Твердосплавные покрытия позволяют повысить в 10 раз стойкость экскаваторов, дробилок, буровых инструментов, штампов, которыми приходится выдерживать интенсивное истирание, удары и трение. Это дает народному хозяйству миллионы рублей дополнительной экономии: ведь деталь можно изготовлять из обычной стали, а из дорогого сплава делать только тонкий защитный слой.

Защитные покрытия из сплавов и особо прочных металлов наносятся на деталь разными способами. Хром, например,— электролитическим путем. А при никелировании можно обойтись и без электрического тока. Деталь погружают в подогретый раствор, содержащий соединения никеля. Никель осаждается из раствора, причем очень равномерно. Получается слой строго определенной толщины. Это позволяет покрывать детали сложной формы с внутренними полостями. А если после покрытия деталь подогреть, защитный слой станет более твердым.

Детали, никелированные химическим способом, надежны в работе при высоких температурах.

Можно и иначе защитить поверхность металла — закалить, т. е. нагреть, тонкий наружный слой, оставив сердцевину более мягкой. Тогда деталь не станет хрупкой и будет хорошо переносить нагрузки, а твердый закаленный слой предохранит ее от поверхностного износа. Поверхность часто нагревают *пламенем*. Деталь вращают около движущейся вдоль нее горелки, и металл при этом насквозь прогреться не успевает. Затем его охлаждают водой. Слой в несколько миллиметров после нагрева и охлаждения становится твердым.

Широко применяется и другой способ закалки — с помощью *токов высокой частоты*. Если поместить металлическую деталь в переменное магнитное поле, то в ней появится ток, который распространится лишь по поверхности. В несколько секунд поверхностный слой нагреется и после охлаждения закалится. Закалочное устройство имеет индуктор — один или несколько витков медной трубки. По нему проходит ток высокой частоты, возбуждающий переменное магнитное поле. Внутри индуктора и помещают деталь. Меняя частоту тока, можно изменять толщину закаливаемого слоя от долей миллиметра до сантиметра. Индукторы разных форм позволяют закаливать самые разнообразные изделия — плоские, цилиндрические и т. п. Можно также закаливать поверхность не всей детали, а только отдельных ее частей — зубья шестерен, шейки валов, концы рельсов. Сейчас этот процесс успешно автоматизируется. Уже существуют закалочные установки—автоматы, работающие на токах высокой частоты. У них очень высокая производительность. На таком автомате можно закалить за сутки 350 тыс. швейных иголок. Игла за время падения внутри индуктора успевает нагреться и сразу же попадает в охлаждающее масло. Весь процесс занимает 0,3 секунды.

Электричество помогает упрочнять металл и другим способом — электроискровой обработкой. Деталь включается в цепь и служит электродом. Между ней и другим электродом, когда они сближаются, происходит электрический разряд. При этом мельчайшие частички металла, металлического сплава, углерода и т. д. переносятся с электрода-инструмента на электрод-деталь и поверхность детали постепенно покрывается тончайшим защитным слоем. Стойкость к износу трущихся поверхностей после электроискрового упрочения увеличивается во много раз. Это происходит потому, что высокая температура при разряде (выше 10 000°) обеспечивает быструю закалку.

Выше уже говорилось, что материал защитного покрытия может быть различным. К упомянутым уже твердым металлам и сплавам, углероду и т. д. надо прибавить еще особую керамику, содержащую окислы алюминия, титана, магния, хрома, циркония и других металлов. Так защищают от прогорания детали реактивных двигателей, турбинные лопатки, нагреватели электропечей, т. е. те детали, которые работают в условиях высоких температур. Керамику наносят большей частью распылением. Получается очень твердый, стойкий против всевозможных химических воздействий тонкий слой, который прочно соединен с металлом.

■

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ДЕФЕКТОСКОПИЯ

ТЕХНИКА ТОЧНОСТИ

Точность и надежность

Представим себе на минутку, что подшипники тракторного двигателя изготовлены неточно — размер их диаметра завышен. Шейки коленчатого вала поместятся в них с большим зазором. При вращении коленчатый вал будет часто ударять по подшипникам и сам получать ответные удары. В конце концов произойдет авария. Пример показывает, насколько важна для современной техники точность изготовления деталей и точность измерения готовых изделий.

Существующая в мировой практике метрическая система мер и весов введена в 1872 г. С тех пор «царем» точности для измерения длин стал международный прототип (основной образец) метра. Его бережно хранят в «столице точности», в предместье Парижа — Севре, где помещается Международное бюро мер и весов. Место, в котором находится эталон метра, надежно ограждено от сотрясений и тепловых влияний.

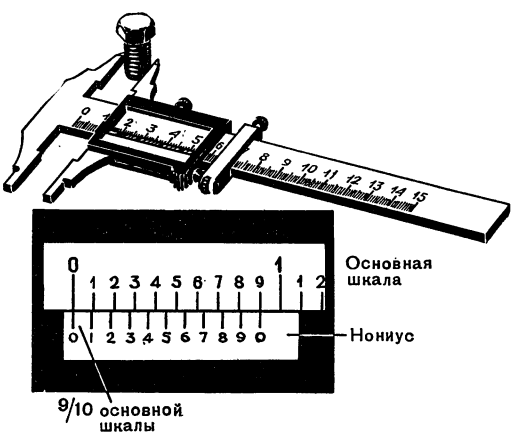
В каждой стране есть свои эталоны метра. Они тоже хранятся в таких условиях, что их размеры надолго остаются практически неизменными. Все «нижестоящие» меры должны проверяться по эталону.

Представители метра на заводе — заводские эталоны. Это измерительные плитки, или концевые меры длины. Две противоположные мерительные поверхности каждой плитки отшлифованы и притерты с высокой тщательностью. На плитке обозначено расстояние между мерительными плоскостями. Соединив несколько имеющихся в наборе плиток, можно в известных пределах получить любой размер с точностью до 5 *мк*.

Инструменты-универсалы

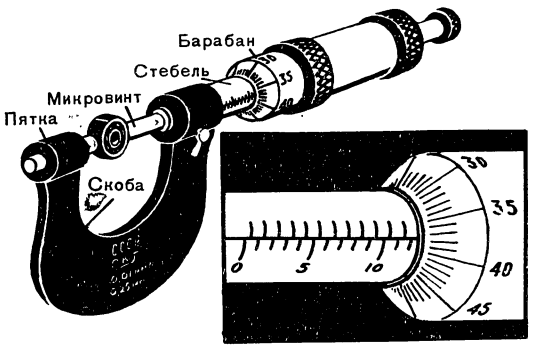
Точность изготовления тех или иных деталей и их частей проверяется различными измерительными инструментами. У каждого из них есть своя область работы, своя «профессия». Все контрольно-измерительные средства можно подразделить на две большие группы. К первой относятся универсальные инструменты, которые могут измерять размеры в довольно широких пределах, ко второй — средства автоматического контроля; их применяют для измерения большого числа одинаковых деталей.

Самый простой измерительный инструмент — линейка. Но многие детали измерять линейкой неудобно. В этих случаях применяют кронциркуль и кронциркуль-нутромер. Когда-то кронциркуль и линейка были единственными мерительными инструментами. Теперь их используют редко — ведь ими можно производить только грубые измерения. На производстве часто встречается более точный инструмент, в котором кронциркуль и линейка объединены. Это штангенциркуль. У него к подвижной рамке прикреплена дополнительная шкала — нониус, с помощью которого можно определить доли миллиметра.

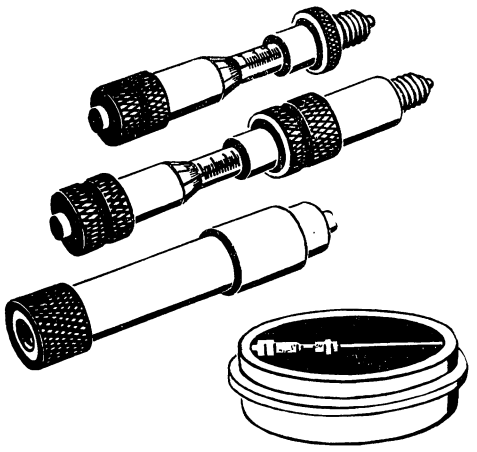


Штангенциркуль. 10 делений его нониуса равны 9 делениям основной шкалы. В результате штрихи нониуса сдвинулись относительно штрихов основной шкалы: первый — на 0,1 *мм*, второй — на 0,2 *мм* и т. д. Ведь каждое деление нониуса на 0,1 *мм* меньше деления на основной шкале. И пока нониус передвигается в пределах 1 *мм*, всегда совмещаются именно те штрихи обеих шкал, в порядковом номере которых содержится столько единиц, сколько «пройдено» десятых долей миллиметра. Несколько иначе происходит измерение штангенциркулем, когда нужно определить величину размера, большего чем 1 *мм*. Но принцип измерения остается тот же.

Возможность измерить с точностью до 0,01 *мм* впервые появилась после того, как был изобретен микрометр. Основа этого измерительного инструмента — точный микрометрический винт, имеющий резьбу с шагом 0,5 *мм*. На одном конце этого винта насажен барабан, по окружности которого нанесено 50 делений. Следовательно, при повороте на одно деление



Микрометр и его шкала.



Так можно удлинить этот микрометр-нутромер, если надо измерить большое отверстие.

винт передвигается всего на 0,01 *мм*. Торец свободного конца винта тщательно обработан — это мерительная поверхность. Гайкой винту служит стебель, прикрепленный к скобе. Вдоль стебля проведена черта, по обе стороны которой нанесены две шкалы. По одной шкале отсчитывают миллиметры, а по другой (ее штрихи совпадают с серединой миллиметровых делений) определяют величину дробной части размера — больше она или меньше 0,5 *мм*.

Измеряемая деталь вводится внутрь скобы и прижимается винтом к п я т к е, закрепленной на скобе против винта. Вначале определяют, рядом с каким делением миллиметровой шкалы остановился конец барабана,— так находят целое число миллиметров. По второй шкале стебля устанавливают, перешел ли барабан половину миллиметрового деления. Если не перешел, то это значит, что дробная часть больше 0,5 *мм*. Затем определяют, какое деление шкалы барабана совпало с продольной чертой стебля. Это доводит точность измерения до сотых долей миллиметра.

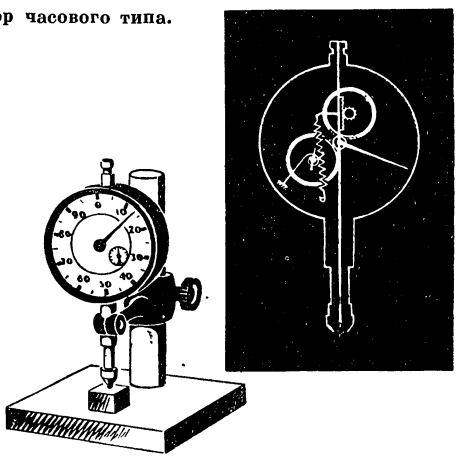
Для столь же точного измерения внутренних размеров служит м и к р о м е т р-н у т р о м е р — раздвижной стержень, имеющий такую же систему отсчета, что и микрометр.

Рычаг, пружина, зубчатое колесо

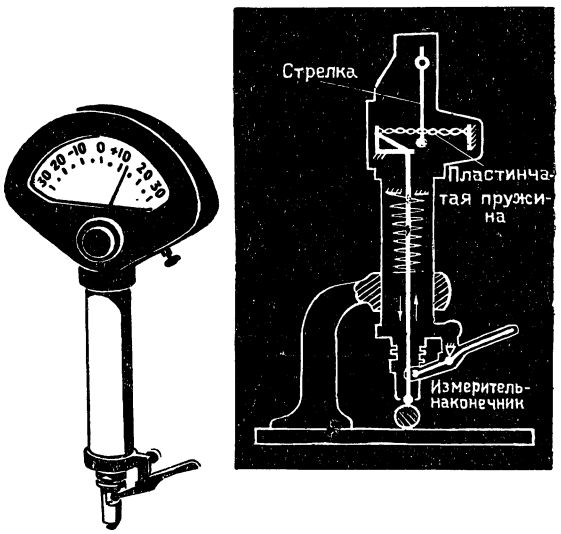
В самом начале XX в. появились рычажно-механические измерительные приборы, которые сразу же нашли широкое применение. Это легко объяснимо — ведь с их помощью можно проверить и размеры, и геометрическую форму, и волнистость поверхности. Другие инструменты всего этого делать не могут.

Наиболее широко на современных машиностроительных заводах применяют и н д и к а т о р ы ч а с о в о г о т и п а. Внешне они и в самом деле напоминают большие карманные часы. Устроены индикаторы следующим образом. На измерительном стержне, который слабой пружиной прижимается к измеряемой детали, нарезаны зубья. Этими зубьями он соединяется с зубчатыми колесами. На одном из них «сидит» стрелка. Передаточное отношение зубчатых колес подобрано так, что перемещение стержня на 0,01 *мм* вызывает поворот стрелки на одно деление циферблата.

Индикатор часового типа.



Нередко можно встретить приборы, основанные на применении рычага. Если плечи рычага относятся как 1 : 100, то перемещение короткого плеча на 0,01 *мм* вызовет смещение конца длинного плеча на 1 *мм*. Соединив короткое плечо с измерительным стержнем, а длинное со стрелкой, мы получим прибор, называемый м и н и м е т р о м.



Микрокатор—самый точный рычажно-механический прибор. С его помощью можно измерить детали с точностью до 0,2 *мк* (0,0002 *мм*).

У очень точного прибора микрокатора, имеющего деление всего в 0,2 *мк*, основным элементом конструкции является необычная пружина. Представьте себе узкую стальную ленту, концы которой завиты в разные стороны. Если пружину растягивать, то она начнет раскручиваться. К ней прикреплена стрелка, поэтому малейшее перемещение стержня, растягивающего пружину, хорошо видно на циферблате.

Высшая точность

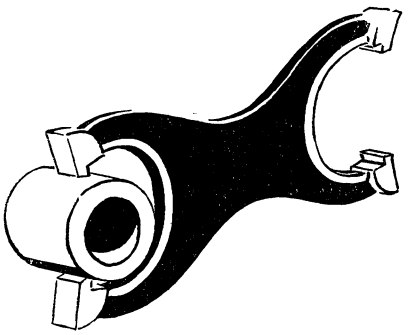
Эталоны, мерительные плитки, калибры и другие изделия, изготовляемые с наивысшей точностью, измеряются на оптических приборах. Эти приборы устанавливаются в лабораториях, где поддерживается постоянная температура +20°. Один из наиболее распространенных оптических приборов — оптиметр. Устроен он так. Луч света через сферическую линзу освещает шкалу с делениями. Отразившись от шкалы, свет проходит через призму, преломляется в ней книзу и попадает на поверхность поворотного зеркала, соединенного с измерительным штифтом. Отразившись от зеркала, лучи попадают в окуляр. Они «несут» с собой изображение шкалы. Когда поворотное зеркало в исходном положении, нулевой штрих изображения шкалы совпадает с контрольной меткой на окуляре. Если зеркало повернется вокруг своей оси и займет новое положение, изображение шкалы сместится относительно метки. Величина и направление смещения покажут, насколько и в какую сторону размер отклонится от своей номинальной величины.

Существует немало высокоточных оптических приборов. Но среди этих «рекордсменов» точности есть прибор, который по праву можно назвать «рекордсменом рекордсменов». Это интерферометр. В нем контролируемый размер сравнивается с длиной световой волны. Так как сама длина световой волны измерена учеными с величайшей точностью, то, определяя, сколько раз она уложится в контролируемом размере, можно измерять с точностью до тысячных долей микрона.

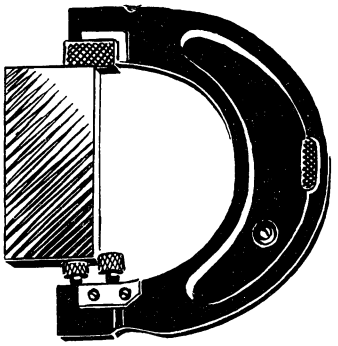
Кроме описанных здесь, существует большое число разнообразных и интересных контрольно-измерительных приборов. Некоторые из них проверяют правильность геометрической формы с исключительно высокой точностью и сами вычерчивают действительную картину; другие измеряют чистоту обработанной поверхности; третьи позволяют видеть на экране увеличенную деталь — они особенно удобны для измерения деталей сложного профиля... Однако

Оптиметр — очень точный прибор. Цена его деления равна 0,001 *мм*.

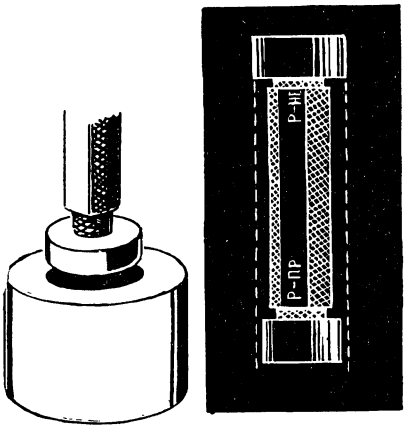
у всех у них один общий недостаток: пользование ими отнимает много времени, они невыгодны при измерении большого числа одинаковых деталей. Для измерения одинаковых деталей на заводах применяют предельные калибры. На измерение деталей с их помощью уходит мало времени. Каждый калибр предназначен для измерения только одного строго определенного размера. Такова, например, двухсторонняя предель-



Двухсторонняя предельная скоба.



Переставная предельная скоба.



Предельная пробка.

ная скоба. Своей формой она напоминает букву *X*. В средней ее части обозначен номинальный размер «15», у одной из дуг — «+0,006», а у другой — «—0,006». Этот инструмент служит для проверки размера охватываемой детали. Расстояние между мерительными ножками скобы с той стороны, где помечено «+0,006», равно 15,006 *мм*, а с другой стороны — 14,994 *мм*. Первая сторона проходная, вторая — непроходная.

Деталь (например, валик) годна, если проходная сторона скобы под собственной тяжестью легко надвигается на диаметр, а непроходная сторона только «закусывает» и не продвигается дальше.

Двухсторонняя предельная пробка имеет на обоих концах одного стержня две цилиндрические мерительные пробки. На средней части обозначен номинальный размер «15», у одного конца — «0», у другого — «+0,019». Этот инструмент служит для проверки размера отверстия детали (размер 15 *мм*).

Первая пробка проходная, вторая — непроходная.

Переставная предельная скоба служит для проверки внешних размеров. Одна ее сторона — точная мерительная плоскость. А с другой стороны — пара мерительных стерженьков.

Это очень точно изготовленные микрометрические винты. Поэтому их можно переставлять — менять величину расстояния между ними и мерительной плоскостью. Таким инструментом можно измерить не только один и тот же номинальный размер с разными предельными отклонениями, но и несколько номинальных размеров, изменяющихся в очень малых пределах.

Однако скобы и пробки служат инструментами чисто ручной, «медленной» проверки. А как же все-таки сделать проверку быстрой, такой, чтобы она не служила тормозом в производственном процессе? В этом случае на помощь человеку приходит автоматика.

АВТОМАТЫ-КОНТРОЛЕРЫ

Контроль и качество

Вы едете в новом автобусе. Все в нем привлекает ваше внимание новизной, свежестью — красивая и прочная окраска, удобные, упругие сиденья, прозрачные стекла, блестящие поручни. Слышна ровная, спокойная работа мощного двигателя. И вы невольно проникаетесь уважением к создателям замечательной машины — конструкторам, металлургам, химикам, сборщикам, текстильщикам... Но вряд ли кто-нибудь, кроме специалистов, вспомнит в подобный момент о службе контроля. Действительно, контролеры сами ничего не создают. Но и от них в значительной степени зависит высокое качество изделия.

В предыдущей статье мы уже рассказывали о службе контроля. Речь шла об отдельных мерительных инструментах. А сейчас поговорим об автоматизации контроля, столь необходимой при современном промышленном производстве с его огромными партиями одинаковых изделий, высокими скоростями, температурой, давлением. Основное внимание в статье мы уделим датчикам. Это ответственнейшая часть измерительного прибора. Именно она дает сигнал об отклонении размеров или качества поверхности детали от заданной нормы. И чем

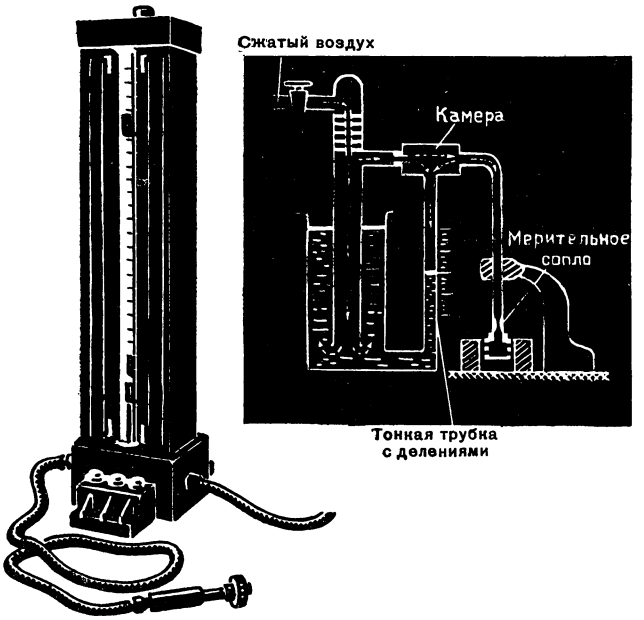
проще и надежнее датчики, тем легче автоматизировать весь процесс контроля (подробно о принципах устройства и работы различных типов автоматов рассказано в статьях раздела «Автоматика»).

Измерение воздухом

На заводах сейчас широко применяют пневматические измерительные приборы, использующие сжатый воздух. Вот один из таких приборов — с водяным манометром. Его действие основано на применении двух сообщающихся трубок — узкой и широкой, в которые налита подкрашенная вода. В верхней части трубок имеется камера, куда подается сжатый воздух. От этой же камеры отходит тонкий шланг, имеющий на конце круглую мерительную пробку. В ее стенках сделаны отверстия — сопла. Когда пробку вставляют в измеряемое отверстие, то выход воздуха из сопел, естественно, затрудняется, давление в камере возрастает и уровень воды в тонкой трубке понижается. Чем меньше зазор между пробкой и стенкой отверстия, тем меньше выходит воздуха через сопла и тем ниже опускается уровень жидкости. На стенках такой трубки нанесены деления. Прибор предварительно настраивается по контрольному эталону.

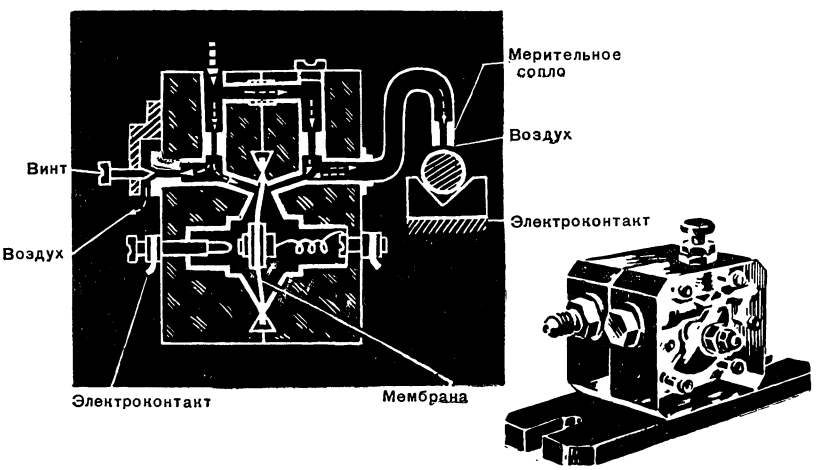
Пневматические приборы обладают многими ценными качествами: ими можно измерять с точностью до десятых долей микрона, конструкция их проста и надежна. При этом способе измерения между соплами и стенкой отверстия всегда имеется зазор. Благодаря этому пробка не изнашивается и деталь не изменяет своей формы. На автомобильных заводах, например, такими приборами контролируют отверстия под поршни в блоке цилиндров двигателя.

Для большей производительности действие прибора с водяным манометром можно автоматизировать. Вот один из способов: вместо воды в прибор наливают токопроводящую жидкость, а в тонкую трубку вводят два электрических контакта — один над другим. Получается своего рода предельный калибр: отверстие мало — уровень жидкости опустился и не касается нижнего контакта; отверстие в норме — нижний контакт замкнут, верхний не замкнут; отверстие завышено — замкнуты оба контакта.



Пневматический измерительный прибор с водяным манометром прост и надежен: он измеряет с точностью до десятых долей микрона.

Значительно чаще в контрольных пневматических автоматах применяются мембранные датчики. Они занимают мало места, надежны в эксплуатации и очень чувствительны: ими можно измерять с точностью до десятых долей микрона. Мембранный датчик — это камера из органического стекла, которую делит пополам эластичная резиновая мембрана. В обе полости камеры подается сжатый воздух. Воздух из одной полости выходит в атмосферу через



Мембранный датчик часто применяется в контрольных автоматах. Если давление в правой полости превысило постоянное давление воздуха в левой, мембрана прогнется и замкнет электрический контакт.

тонкий канал, поэтому давление в ней всегда постоянно. От второй полости отходит шланг с измерительными соплами. Здесь давление воздуха зависит от зазора между соплами и поверхностью измеряемой детали. Если зазор мал, то давление во второй полости возрастает, мембрана прогибается и замыкает электрический контакт.

На многих автоматах-контролерах, в которых используются мембранные датчики, имеется набор контактов. Они нужны для сортировки деталей по размерам. Чем выше требования к точности, тем больше таких размерных групп. Сборка высокоточных подшипников производится, например, по 50 размерным группам, причем они разнятся всего на 0,5 *мк*.

Электрические датчики и «зрячие» механизмы

В контрольных приборах-автоматах часто применяют электроконтактные датчики. Они имеют измерительный наконечник, который прижимается пружиной к контролируемой поверхности. Наконечник связан с качающейся планкой, концы которой могут замыкать два контакта. В зависимости от того, больше или меньше нормы измеряемый размер, замыкается один из контактов. Это вызывает в электросхеме соответствующий сигнал. Электроконтактные датчики применяются для контроля средней точности — до 1,5—2 *мк*.

При перемещении измерительного наконечника индуктивного датчика изменяются зазоры между дисками и катушками индуктивности. Это сказывается на силе тока. По шкале прибора, измеряющего силу тока, определяют, насколько передвинулся измерительный наконечник.

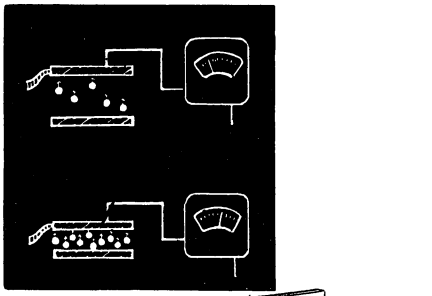
В последние годы используются индуктивные датчики. У них перемещение измерительного наконечника (здесь он играет роль якоря) изменяет индуктивность катушек датчика, а это в свою очередь изменяет силу тока. Измеряя силу тока, можно определить размер детали. Индуктивные датчики, так же как и пневматические, улавливают десятые доли микрона. Производительность автоматов, оснащенных такими датчиками, очень высока.

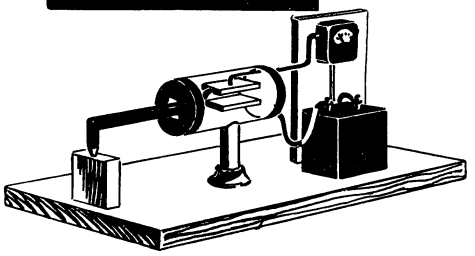
До сих пор мы говорили о проверке геометрических размеров. Но необходимо еще и контролировать качество поверхности детали, проверять, нет ли на ней вмятин, ржавчины или других дефектов. Контролеру на подшипниковых заводах, например, приходится за смену осматривать несколько тысяч мелких шариков или роликов. Это очень утомительная работа. И наши инженеры создали «зрячие» автоматы. Контролируемый шарик вращается. На него падает луч света и, отражаясь, освещает фотоэлемент, который вырабатывает ток. Когда луч попадает на участок поверхности, где имеется какой-либо дефект, отраженный свет слабеет. Уменьшается и сила тока. Это и есть сигнал о том, что деталь имеет брак.

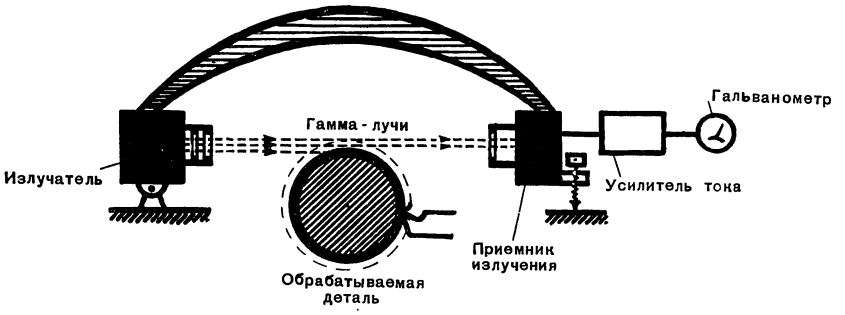
Их ожидает большое будущее

Датчики, с которыми вы познакомились, могут быть использованы далеко не везде. Поэтому сейчас при поисках новых методов измерения в первую очередь разрабатываются новые конструкции датчиков, лишенные старых недостатков. Ученых и инженеров, работающих над автоматическими контролерами, очень привлекают, например, механотроны. Это электровакуумные приборы, похожие на радиолампы, только у механотрона можно механическим путем перемещать электроды. Малейшее смещение электродов, происходящее при измерении деталей, вызывает изменение анодного тока.

Появились первые контрольные приборы, использующие для измерения деталей поток гамма-лучей. Проводятся опыты даже по применению ультразвука для контроля размеров. Успешно проведены экспериментальные работы с применением телевизионной аппаратуры и вычислительных машин в контроле. Полученные результаты показали, что есть реальная возможность создать удивительные приборы, которые будут вести измерения электронным лучом.







Измерение при помощи гамма-лучей. Пока деталь не обработана, в приемник попадает мало лучей. По мере снятия стружки их попадает в приемник все больше и больше. Соответственно возрастает и электрический ток. Как только ток достигнет определенной величины, это значит, что размер обрабатываемой детали соответствует заданному.

Механотрон напоминает радиолампу, но у него можно перемещать электроды. Такое перемещение вызывает соответствующее изменение анодного тока. Измеряя его, можно судить о величине сдвига электродов и, следовательно, о размере детали.

ДЕФЕКТОСКОПИЯ

Почему разбилась «Комета»

До сих пор, рассказывая о службе контроля в современной промышленности, мы в основном останавливались только на одной проблеме — проверке точности соответствия размеров и формы детали заданной норме. Но хорошие качества изделий связаны также и с тем, не имеют ли они или материал, из которого их сделали, каких-нибудь внутренних дефектов. От того, как служба контроля справляется с проверкой в этой области, зависит очень и очень многое.

...В 1952 г. на международных авиалиниях появился английский реактивный пассажирский самолет «Комета». Вначале рейсы проходили вполне благополучно, но в январе 1953 г. у о-ва Эльба внезапно произошла авария. Все тридцать пять человек, находившиеся на борту, погибли. Катастрофа произвела тягостное впечатление. Самолеты «Комета» были сняты с эксплуатации и подвергнуты тщательному осмотру. Однако никаких явных причин аварии не было обнаружено, и «Кометы» снова стали летать. А через две недели после возобновления полетов недалеко от Неаполя снова произошла катастрофа. И снова никто не спасся. Только через полгода выяснилось, что причиной воздушных трагедий были маленькие трещины в стенах кабин. Заметить их на земле было очень трудно, но, когда самолеты поднимались на большую высоту, воздух через такую трещину начинал быстро выходить наружу. А в определенных условиях такая утечка воздуха принимала характер взрыва.

История техники знает немало подобных катастроф, виновниками которых были невидимые глазу дефекты. Бороться с ними нам помогает дефектоскопия. Ее задача заключается в том, чтобы создать такую аппаратуру и такие методы проверки, с помощью которых можно было бы «заглянуть» внутрь материалов.

Просвечивание материалов

Каждому, наверно, известно, что такое рентгеновский аппарат и какое он имеет значение для медицины. А через 15 лет после открытия К. Рентгена, в 1910 г., известный русский физик Петр Николаевич Лебедев создал рентгеновскую трубку, которая позволила просвечивать металлические предметы. В усовершенствованном виде эта трубка применяется и теперь. Этот прибор напоминает обычный рентгеновский аппарат, но работает он на гораздо большем напряжении, так как в металле лучи сильно поглощаются.

Рентгеновские трубки не единственный источник просвечивающих лучей. Например, гамма-излучение, возникающее при распаде радиоактивных веществ, по своему просвечивающему действию не отличается от рентгеновских лучей. Дефектоскопическая гамма-установка — это свинцовая коробка-контейнер, в которой помещен искусственный радиоактивный изотоп, испус-

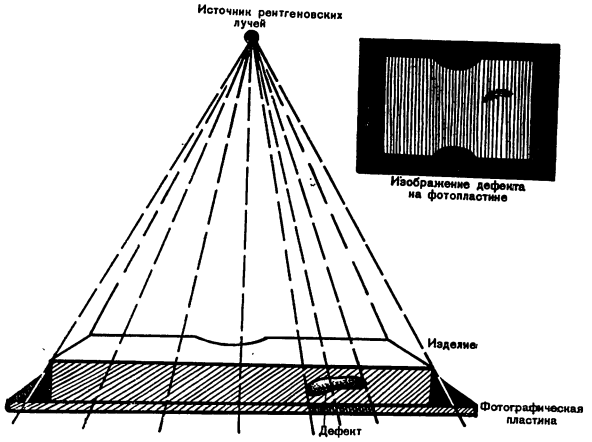
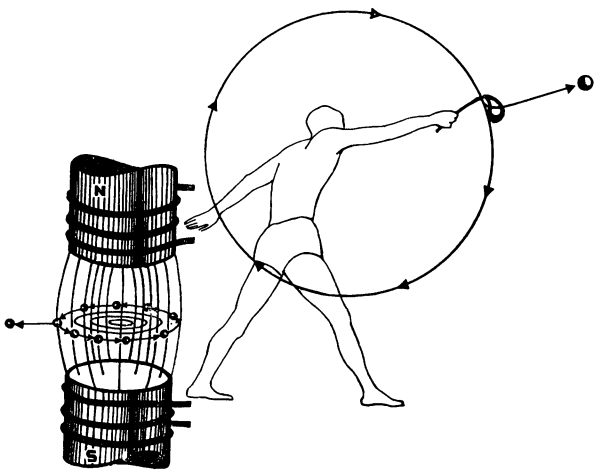


Схема работы рентгеновского дефектоскопа.



Движение электрона в магнитном поле бетатрона напоминает раскручивание камня пращой. *Слева* — схема работы бетатрона. Электрон разгоняется в бетатроне до огромной скорости. Если на его пути поставить металлическую пластинку, то при ударе о нее возникает мощное рентгеновское излучение. С его помощью можно обнаружить дефекты в металлических деталях толщиной 50—60 *см*.

кающий гамма-лучи. Гамма-установки могут просвечивать металл меньшей толщины, чем рентгеновские аппараты, зато они очень просты и их можно использовать в любой обстановке — ведь они не нуждаются в электроэнергии.

Просвечивание изделий производится так: рентгеновские или гамма-лучи направляются на деталь, за которой помещают фотографическую пленку. Если внутри материала имеется пустота — раковина, то прошедшие сквозь нее лучи потеряют меньше энергии, чем лучи, прошедшие через всю толщу металла. Они будут сильнее воздействовать на эмульсию пленки, на которой появится темное пятно. Если имеются какие-либо плотные включения, то они, наоборот, видны на пленке в виде более светлых пятен.

Чем толще контролируемый металл, тем больше времени надо затратить на получение снимков. Поэтому рентгеновскими аппаратами стремятся просвечивать изделия толщиной не более 10—15 *см*. Но ведь существует немало очень ответственных деталей, толщина которых значительно больше. Для них нужен какой-то иной, чрезвычайно мощный источник рентгеновских лучей. Такой источник был найден среди установок, применяемых для исследования атомного ядра. Называется этот прибор б е т а т р о н. Он представляет собой как бы пращу, «раскручивающую» электрон. «Пращой» является кольцевая камера, из которой полностью выкачан воздух. Электрон, двигаясь по кольцу, постоянно получает все новые и новые порции энергии от магнитного поля. В конце концов он приобретает огромную скорость и энергию. Если теперь его направить на пластинку, играющую ту же роль, что и анод в рентгеновской трубке, то при ударе возникнет рентгеновское излучение. Его мощность настолько велика, что позволяет просвечивать даже металл толщиной 50—60 *см*.

Помимо рентгенографирования, для выявления дефектов, так же как и в медицине, применяют специальные экраны, на которых сразу, во время просвечивания, видно, имеет ли изделие дефекты. Рентгеновские лучи большой мощности, применяемые в промышленности, представляют угрозу для здоровья, поэтому наблюдение за экраном ведется с помощью телевизоров. При таком способе контроля заметить и определить дефект можно только при ярком изображении. Но изобретатели справились и с этой задачей. Совсем недавно были разработаны электронные оптические преобразователи, которые повышают яркость изображения в 1000 раз.

Звук-контролер

На всех железнодорожных станциях мира можно наблюдать одну и ту же картину: железнодорожник идет вдоль состава и молотком постукивает по колесам. Так проверяют, все ли в порядке. Ведь если в колесе есть трещина, раздастся дребезжащий звук. Понятно, что выявить подобным простукиванием раковины, уплотнения и другие дефекты, расположенные

внутри детали, невозможно. Но значит ли, что нельзя использовать сам этот принцип? Нет. Только вместо обычного звука применяют ультразвук.

Вы можете спросить: зачем нужны еще и ультразвуковые дефектоскопы, когда имеются просвечивающие приборы? Оказывается, в ряде случаев звуковые колебания имеют неоспоримые преимущества перед рентгеновским излучением. С помощью ультразвука можно обнаружить, например, мельчайшие дефекты, расположенные на глубине до метра, и точно определить их местонахождение, можно измерить толщину детали и т. д. Причем нет нужды ни в фотопластинке, ни в проявителях: наличие дефекта сразу определяется сигналом на экране дефектоскопа.

В дефектоскопах ультразвуковые колебания создаются пьезоэлектрическими пластинками. Дело в том, что при растяжении или сжатии некоторых кристаллов на их гранях появляются электрические заряды и, наоборот, при пропускании тока переменного напряжения такие кристаллы изменяют свои размеры.

Для обнаружения дефекта две пьезоэлектрические пластины прижимают к изделию с противоположных сторон. Одну из пластин подключают к высокочастотному генератору. При пропускании тока эта пластинка будет с очень большой частотой изменять свою толщину. Создаваемые таким образом ультразвуковые колебания пройдут сквозь толщу проверяемого материала и начнут сжимать вторую пластинку, которая под их воздействием будет вырабатывать электрические заряды. Появление зарядов и указывает на то, что изделие годное. Если же в нем имеется дефект, ультразвуковые колебания, отразившись от него, вернутся назад и никаких зарядов на второй пластинке не появится. На нее как бы упадет звуковая «тень». Поэтому такой способ проверки и называется «теневым».

Проконтролировать изделие можно, устанавливая обе пьезоэлектрические пластинки с одной его стороны. При этом ультразвуковые колебания от излучающей пластины проходят сквозь изделие и отражаются обратно от противоположной стороны. Одновременно с посылкой пучка ультразвука на экране электронно-лучевой трубки, которая служит для регистрации дефектов, появляется светящийся «всплеск» — начальный сигнал. На этот же экран направляются и отраженные сигналы, образующие на экране второй «всплеск». Если же в детали есть дефект, то часть ультразвуковых колебаний отразится от него и попадет на приемную пластинку раньше, чем попадут на нее колебания, отразившиеся от противоположной стороны,— ведь они пройдут более короткий путь. Это вызовет на экране появление третьего «всплеска» — эхо-сигнала. Расстояние между этим всплеском и начальным сигналом пропорционально глубине залегания дефекта. Такой способ контроля называется импульсным эхо-методом.

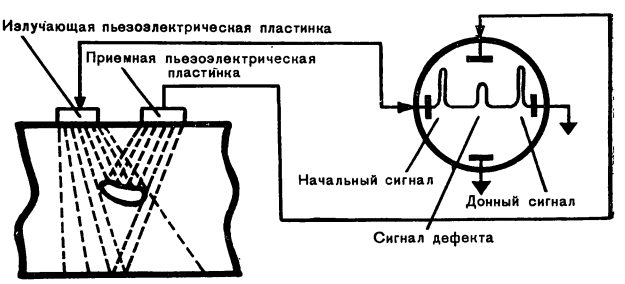
Ультразвуковые дефектоскопы широко применяются в промышленности. Огромные кованые детали, котлы, колеса турбин, автопокрышки, клееные изделия и многое, многое другое контролируется ультразвуком. Особенно ценно, что такой контроль можно автоматизировать. Сейчас, например, автоматически «прозвучиваются» листы металла после прокатки. Появилась установка для проверки рельсов прямо на ходу поезда.

Хотя ультразвуковые дефектоскопы во многих случаях просто незаменимы, они все же имеют и недостатки. И главный из них — невозможность видеть сам дефект. А это необходимо для того, чтобы правильно оценить порок и выбрать способ его устранения. Поэтому сейчас ученые и инженеры, помимо разработки новых улучшенных конструкций дефектоскопов, работают и над созданием аппаратуры, превращающей ультразвук в изображение.

Магнитный метод проверки

Ни просвечивание, ни «прозвучивание» не позволяют обнаружить мельчайшие трещины на поверхности детали. Для борьбы с этими врагами человек создал особое оружие.

Все знают, что если магнит посыпать железными опилками, то они расположатся вдоль магнитных линий. Но при наличии трещины магнитные линии изменяют свое расположение

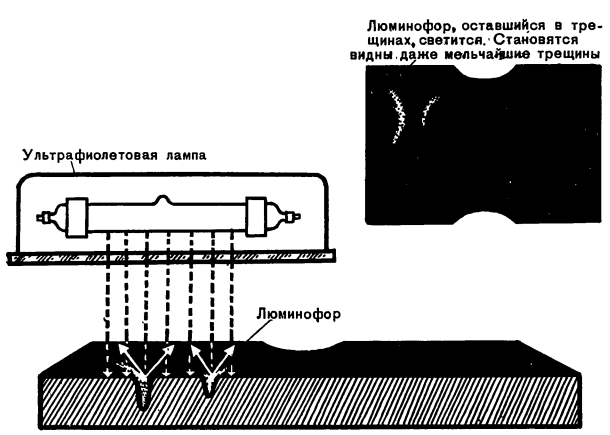


Так производится контроль детали ультразвуковым эхо-методом. Дефект вызовет на экране прибора «всплеск». Расстояние между ним и начальным сигналом пропорционально глубине залегания дефекта.

и опилки скапливаются около трещины. Это свойство нашло применение в дефектоскопии. Чтобы проконтролировать деталь, ее сначала намагничивают, а потом посыпают тонко измолотым железным порошком. Иногда такой порошок разведен в керосине или в машинном масле.

С помощью порошка можно выявлять пороки только у деталей со шлифованной поверхностью. При необработанной поверхности порошок помогает мало. Кроме того, контролировать таким методом удобно только небольшие поверхности. Сейчас, если надо проверить большую поверхность, применяются магнитофонные ленты. Представьте себе, что вам надо проверить многокилометровый трубопровод. Делается это так. После того как проверяемый участок намагничивают переносными магнитами, к нему плотно прижимают магнитофонную ленту. Под влиянием магнитного поля ферромагнитные частицы ленты расположатся в определенном порядке, т. е. произойдет «запись» состояния металла. «Запишутся», конечно, и дефекты. Теперь остается пропустить ленту через соответствующую аппаратуру. Если на экране электроннолучевой трубки появятся «всплески», значит, трубопровод имеет дефекты.

Магнитный контроль вовсе не обязательно предусматривает пользование порошком или лентой. Разработаны приборы, непосредственно откликающиеся на изменение магнитного поля, вызываемое присутствием дефекта. Такова дефектоскопия методом вихревых токов. Дело в том, что величина вихревых токов зависит от электропроводности материалов. Если в магнитное поле катушки, питаемой переменным током, поместить контролируемую деталь, в ней появляются вихревые токи. Они в свою очередь влияют на сопротивление катушки. И всякое изменение вихревых токов, возникающих из-за наличия скрытых в детали пороков, вызывает соответствующее изменение сопротивления катушки. А его нетрудно измерить специальными приборами.



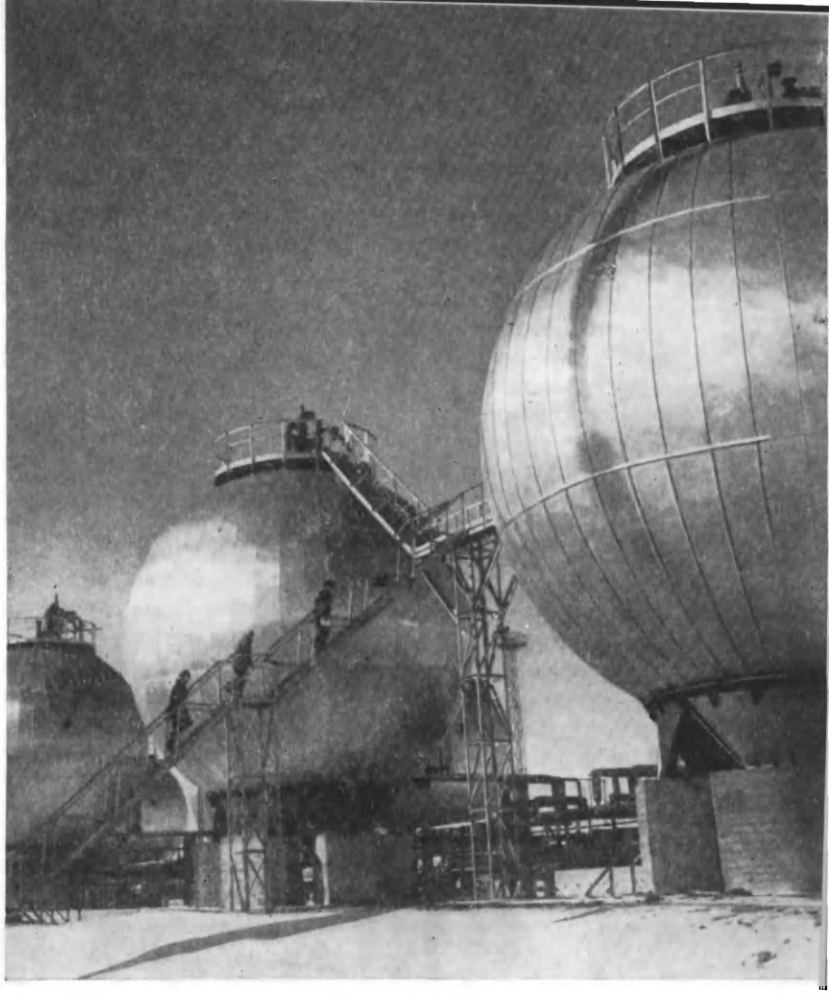
Для отыскания мелких изъянов поверхности применяют ультрафиолетовую лампу и светящиеся краски—люминофоры.

Лампа и краски

В природе довольно часто встречаются вещества, которые после облучения ультрафиолетовыми лучами начинают светиться. Называются они люминофорами. Эти вещества и применяются в дефектоскопии для отыскания мелких изъянов поверхности. Деталь опускают в жидкий люминофор, который под воздействием капиллярного давления проникает даже в самые мельчайшие дефектные полости. Затем люминофоры тщательно удаляют с поверхности детали; он остается только в трещинах. После этого деталь посыпают порошком, который впитывает люминофор. И если теперь осветить изделие специальной лампой, излучающей ультрафиолетовые лучи, люминофор, пропитавший порошок, начинает светиться и неразличимые доселе дефекты становятся видны как на ладони.

Есть еще один способ люминофорной дефектоскопии. Он носит название беспорошкового. Чтобы обнаружить дефекты этим способом, деталь также погружают в ванну с раствором люминофора — на этот раз в летучем растворителе. Когда деталь вынута из ванны, растворитель быстро улетучивается, а по краям трещины остаются кристаллы люминофора. Затем деталь на 25—30 секунд помещают в пары веществ, которые «тушат» люминофор, находящийся на поверхности. После этого деталь облучают. И если на детали были трещины, они начинают ярко светиться. С помощью лампы и люминофора можно обнаружить трещины шириной менее одной сотой миллиметра.

При всех методах проверки, о которых речь шла выше, обязательно требовалась та или иная аппаратура. А вот при контроле методом красок никаких аппаратов не надо. При дефектоскопии по этому методу деталь смачивают яркой краской. Потом поверхность очищают и снова покрывают краской, но на этот раз белой, или посыпают белым порошком. Краска, оставшаяся в трещинах, проступает наружу, оставляя на белой поверхности четкие, яркие следы.



ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ВЕК БОЛЬШОЙ ХИМИИ

Всюду вокруг нас происходят химические реакции. В печке горят дрова — это протекает химическая реакция окисления топлива. А когда ржавеет железо, происходит химическая реакция его окисления. При получении из железной руды чугуна в доменной печи тоже протекают химические реакции — восстановление железа из окислов и отделение от него ненужных примесей.

За тысячелетия человеческое общество накопило множество необходимых сведений о химических превращениях веществ. Возникали и совершенствовались все новые химические производства — получение кислот и красителей, лекарственных веществ и минеральных удобрений, соды и спирта, искусственного волокна и синтетического каучука.

Химическая промышленность развивалась и развивается, опираясь на химическую науку, изучающую огромный мир разнообразных превращений и устанавливающую законы, по которым происходят эти превращения. Огромное значение в ее развитии имело открытие законов сохранения массы вещества и постоянства соста-

ва, периодического закона Д. И. Менделеева, атомно-молекулярная теория и структурная теория А. М. Бутлерова.

На основе растущих химических знаний формировалась и наука о химических производствах — химическая технология.

В наш век трудно даже перечислить все то, что дает человеку химическая наука. Недаром говорят о «трех китах» технического прогресса — электрификации, химизации и автоматизации.

Химия проникает всюду. Средства борьбы за высокие урожаи, прекрасные заменители металлов, новые замечательные строительные материалы, небьющаяся посуда и всегда сухая обувь, пищевые жиры и отличные духи — все это дает человеку современная химия.

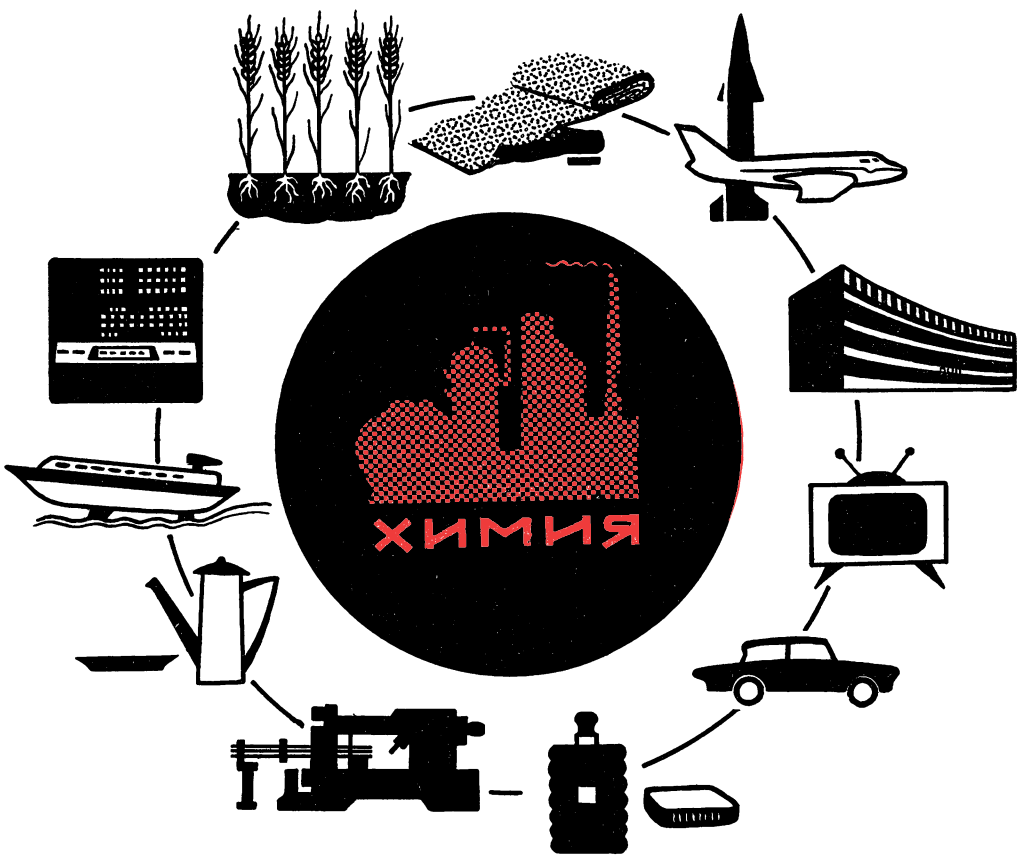
Важнейшие отрасли народного хозяйства — авиастроение и ракетостроение, радиотехника и электротехника, машиностроение, атомная промышленность — тесно связаны с химической наукой. Их дальнейшее развитие во многом зависит от ее успехов.

Ни одну сложную современную конструкцию, будь то автомобиль, космическая ракета или электронное устройство, нельзя создать без материалов, рожденных в лаборатории химика. То, что не может дать современной технике природа, создает химия.

Чудесница-химия может теперь одеть человека с ног до головы. Химический шелк и химическая шерсть, химический мех и химическая кожа — все это уже действительность.

Подобно волшебнику из сказки, химики превращают самые дешевые материалы в ценнейшие продукты — из воздуха получают удобрения, из отходов переработки нефти — красивую и прочную ткань, из кукурузных кочерыжек — детали машин, а из древесных опилок — искусственный мех, который совсем не легко отличить от природного каракулевого!

И вот что важно: синтетические материалы, которые дает нам химия, стоят значительно дешевле природных, по качеству же они нередко их превосходят. Широкое развитие промышленности этих материалов — вернейший путь к изобилию товаров народного потребления.



Химия проникает во все отрасли народного хозяйства, она дает нам множество самых различных веществ и материалов.

Особенно широко и плодотворно развивается химия высокомолекулярных соединений, или полимеров, — искусственных и синтетических волокон, пластических масс, кремнийорганических веществ, каучуков, ионообменных смол. По своему химическому составу и строению полимеры («поли» — много, «мерос» — часть) — близкие родственники смол. Поэтому их часто называют просто смолами.

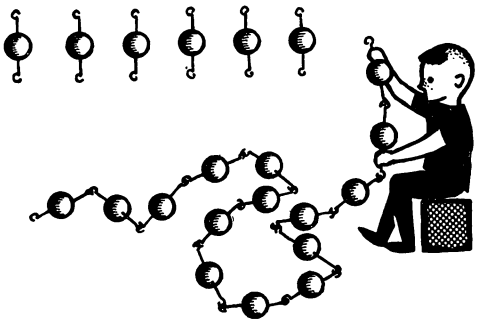
Молекула полимера образуется в результате последовательного присоединения друг к другу простых молекул — мономеров. Она напоминает собой как бы длинную цепочку, состоящую из множества звеньев. Так, молекула всем известной пластмассы полиэтилена состоит из со-

тен тысяч маленьких молекул газа этилена. Особую роль в образовании таких молекул играют атомы углерода. Соединяясь с атомами других химических элементов, они способны образовывать очень длинные молекулы. Отдельные звенья такой молекулы связаны друг с другом очень прочно, большими химическими силами, поэтому полимерные материалы обладают исключительной прочностью.

Другая характерная особенность полимерных молекул — их гибкость. Это не жесткие палочки, как спички в коробке, а гибкие цепи, форма которых меняется в зависимости от температуры. Сочетание высокой прочности с упругостью — характерное свойство полимерных материалов.

Успехи химии в области создания полимерных веществ — одно из самых выдающихся научных достижений XX в.

Химия — наука изобилия. Удобрения, гербициды, ядохимикаты — вернейшая «стартовая площадка» борьбы за высокие, гарантированные урожаи. Академик Д. Н. Прянишников подсчитал, что, внося в почву нужное количество органических и минеральных удобрений, можно увеличить продукцию сельского хозяйства в 6—7 раз, и тогда «на 150



Молекулы полимеров образуются из множества одинаковых звеньев — простых молекул-мономеров.

лет вперед Россия может не думать о недостатке средств продовольствия, если она даже будет удваивать население через каждые 50 лет». Это было в 1925 г. С того времени химическая наука ушла далеко вперед, создано много новых, высокоэффективных химических средств, повышающих плодородие полей.

Век Большой химии — так по праву можно назвать наше время. Ее всестороннее развитие и внедрение в производство служат в нашей стране жизненным интересам всех советских людей, великому делу строительства коммунизма.

■

НА ХИМИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ

Основа химической индустрии

На заводах химической индустрии производят самые различные вещества: кислоты и щелочи, соли многих химических элементов, минеральные удобрения и взрывчатые вещества, лаки и краски, пластмассы и резиновые изделия...

Совершим путешествие на одно из таких предприятий — завод по производству серной кислоты (H_2SO_4), важнейшего химического продукта.

Ежегодно во всем мире производятся многие миллионы тонн серной кислоты. Она необходима в производстве других кислот и солей, для получения минеральных удобрений, без нее не обходятся в металлургии и машиностроении, в текстильной и нефтяной промышленности, с ее помощью получают взрывчатые вещества и спички, искусственные волокна и краски, цветные металлы. Бумага в этой книге сделана тоже не без участия серной кислоты.

Как видно из самого названия, серная кислота содержит серу. Из минералов, содержащих этот химический элемент, и можно получить серную кислоту. Можно брать и одну серу, которая встречается в природе в самородном виде. Но на практике чаще используют более распространенное сырье — серный колчедан (FeS_2); в нем вместе с серой содержится железо.

Вагоны с серным колчеданом поступают на сернокислотный завод. Здесь это сырье в особых дробилках мельчится до кусков определенных размеров и загружается в специальную печь для обжига. При этом в результате химической реакции образуются окись железа (колчеданные огарки) и сернистый газ (или сернистый ангидрид):

$$4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

Но сернистый ангидрид — это только полупродукт при производстве серной кислоты. Теперь его необходимо превратить в серный ангидрид, другими словами, присоединить к нему еще один атом кислорода:

$$2SO_2 + O_2 = 2SO_3$$

А соединение серного ангидрида с водой уже дает серную кислоту:

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

Однако окислить сернистый ангидрид в серный нелегко. При обычных условиях химическая реакция не идет. Что же делать?

В таких случаях часто пользуются услугами специальных веществ, называемых катализаторами. Достаточно добавить это вещество — и начинается химическая реакция. Сам катализатор в реакции не участвует, он только вызывает и ускоряет ее.

При получении серного ангидрида можно применять различные катализаторы. В настоящее время чаще употребляют платину и соединения металла ванадия. Под действием этих катализаторов сернистый газ соединяется с кислородом воздуха и превращается в серный ангидрид.

Для того чтобы реакция шла нормально, чтобы дорогой катализатор не «вышел из строя», сернистый газ должен быть очищен от всех примесей. Катализатор быстро испортится, если в газе есть пыль или, скажем, примесь мышьяка. Поэтому сернистый газ, получаемый при горении колчедана, совершает путешествие через ряд установок — очистных башен. Только после этого его «допускают» к катализатору. Их встреча происходит в контактной камере. А в поглотительной башне серный ангидрид соединяется с водой (практически поглощается крепкой серной кислотой). «Хлеб» химической индустрии — серная кислота — получен. Таков в общих чертах один из способов — контактный — ее промышленного производства.

Как получают соду

Другой важный химический продукт, который находит широкое применение в нашей жизни, — это сода, или углекислый натрий (Na_2CO_3). Ежегодно в мире ее производится несколько миллионов тонн.

В 1775 г. Парижская академия наук объявила конкурс на лучший способ получения соды. Такой способ был предложен химиком-любителем Лебланом. Сырьем для производства соды была широко распространенная поваренная соль. Сначала соль действием серной кислоты превращалась в сернокислый натрий (глауберова соль):

$$2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl$$

Затем эту соль восстанавливали углем в сернистый натрий (Na_2S), а последний действием углекислого кальция (известняка) превращался в углекислый натрий — соду. Практически это делалось так: сернокислый натрий сплавляли с углем и известняком при 1000° и полученный сплав, говоря химическим языком, выщелачивали, т. е. действовали на него водой. При этом сода переходила в раствор.

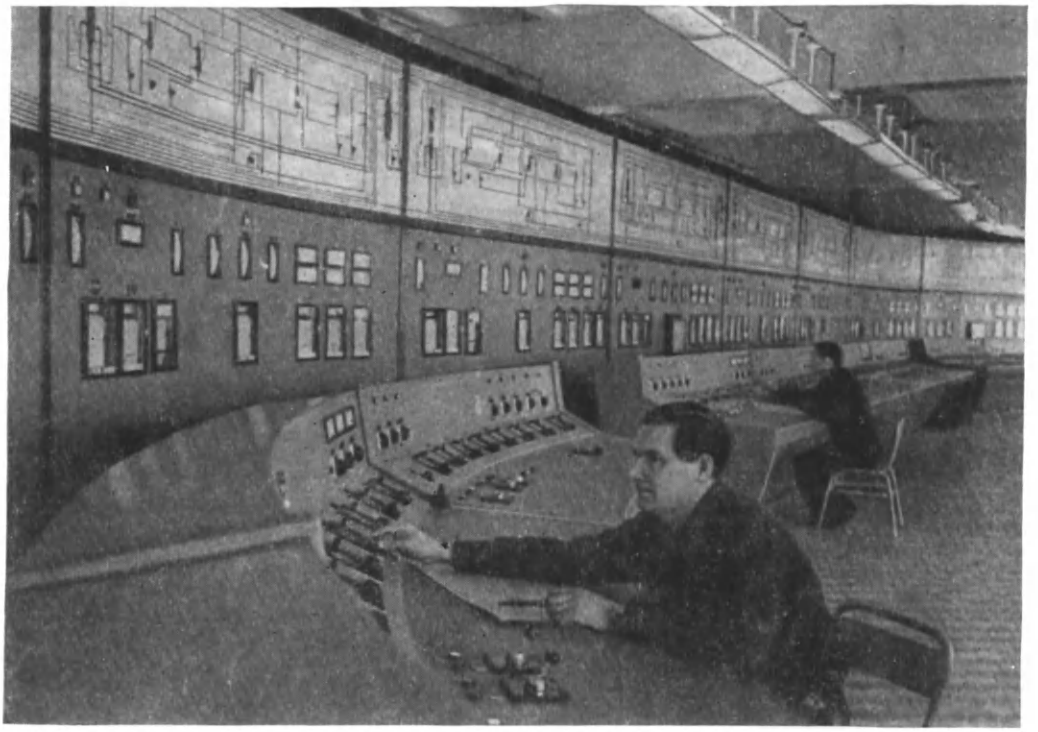
Этот способ получил широкое распространение. Производство соды резко возросло. Около ста лет на химических заводах ее получали по методу Леблана. Затем он был заменен другим, более простым и дешевым, предложенным в 1861 г. бельгийскими инженерами братьями Сольве. Соду получают так: рассол поваренной соли насыщают аммиаком в поглотительных башнях, а затем через раствор пропускают под давлением углекислый газ. В результате получается бикарбонат натрия ($NaHCO_3$), который при нагревании легко переходит в карбонат натрия, т. е. в соду. Себестоимость продукции, полученной таким путем, в несколько раз ниже, чем по методу Леблана.

В наши дни много соды потребляет промышленность ценного цветного металла — алюминия. По-прежнему сода необходима в стекольной промышленности. Широкое применение находит и бикарбонат натрия (в медицине, в пищевой промышленности). В быту его называют питьевой содой.

Сырье — вода и воздух

Большинство современных химических заводов — это царство высоких давлений и температур. Следить за технологическим процессом на таком заводе могут только приборы. Они наблюдают за химическими реакциями, протекающими в закрытых аппаратах, вовремя поправляют процесс, предупреждают аварии, сигнализируют человеку о нарушениях в ходе производства. Химический завод наших дней — высокоавтоматизированное предприятие.

Примером такого завода может служить завод по производству аммиа-



Пульт управления одного из цехов химического завода.

ка (NH_3), азотной кислоты (HNO_3) и азотных минеральных удобрений. Сырье самое распространенное: воздух и вода. Воздух поставляет азот, а вода (или метан) — водород. Оба газа необходимы для производства аммиака. Этот способ был разработан немецким химиком Габером в 1913 г.

Как известно, воздух состоит из смеси разных газов — кислорода, азота и др. Получение из него чистого азота начинается с того, что воздух сильным охлаждением превращают в жидкость. А температуры кипения газов различны. Азот кипит при температуре —195,7°, кислород — при 183-градусном морозе.

Сжиженный воздух поступает в специальные аппараты, в которых сначала кипит и испаряется азот, а затем кислород. Полученные в чистом виде азот и водород хранятся по отдельности в газохранилищах. А в третьем приготовляют их смесь в той пропорции, в которой они входят в молекулу аммиака,— на три части водорода одна часть азота.

Теперь нужно добиться, чтобы оба газа химически соединились. Это осуществляется в контактных аппаратах. На помощь здесь приходят высокое давление, высокая температура и ускоритель химической реакции — катализатор. Для этой цели здесь используется железо, обработанное особым образом.

Аппараты, где происходит эта химическая реакция, напоминают артиллерийские орудия большого калибра. И не удивительно. Ведь они должны выдерживать огромное давление, достигающее 1000 *атм* и температуру свыше 500°.

Следующий важный процесс — получение азотной кислоты. Она получается окислением аммиака кислородом воздуха. Нагретая до 500° смесь аммиака с воздухом сначала окисляется в конвертере до окиси азота (эта реакция протекает в присутствии катализатора — платины):

$$4NH_3+5O_2=4NO+6H_2O$$

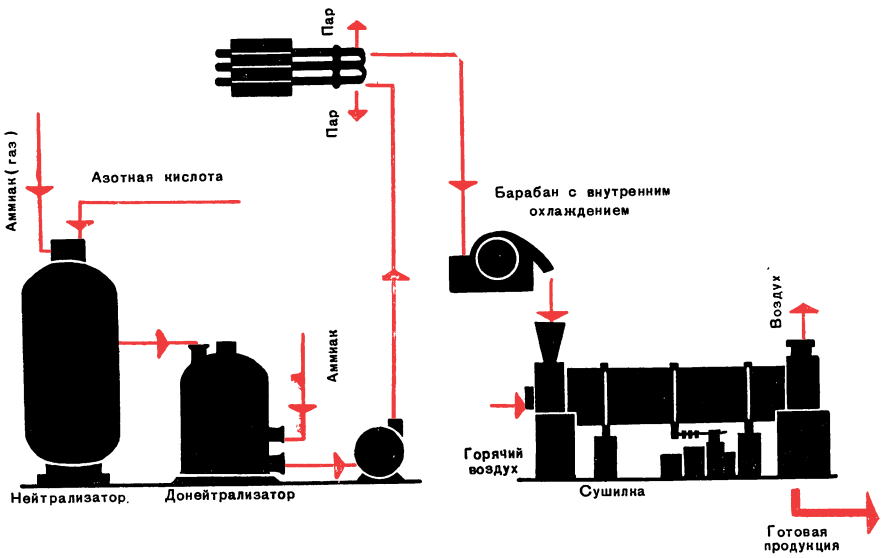
Затем в окислительной башне окись азота окисляется в двуокись:

$$2NO+O_2=2NO_2,$$

а последняя в поглотительной башне завода, растворяясь в воде, дает азотную кислоту.

Так получают два главных продукта, необходимых для производства минеральных азотных удобрений.

Всем известное удобрение — аммиачную селитру (NH_4NO_3) — получают путем взаимо-



Так получают одно из азотных удобрений — аммиачную селитру.

действия азотной кислоты с аммиаком. Кислота и щелочь, объединяясь, рождают нейтральную соль. Схема производства этого удобрения в упрощенном виде показана на рисунке.

Газообразный аммиак и азотная кислота (водный раствор) поступают в нейтрализатор. Происходит бурная реакция с выделением большого количества тепла. Раствор полученного азотнокислого аммония поступает в следующий аппарат — донейтрализатор, где после добавления водного раствора аммиака заканчивается процесс нейтрализации азотной кислоты. Затем раствор перекачивается в выпарной аппарат. Сушат аммиачную селитру горячим воздухом при температуре 120° во вращающихся сушильных барабанах.

Практика применения минеральных удобрений показывает, что гораздо выгоднее выпускать их не порошком, а в виде зерен (гранул). Гранулирование аммиачной селитры чаще производится в особых башнях. Здесь упаренный раствор поступает во вращающийся барабан с небольшими отверстиями — гранулятор. Вылетая через них, брызги раствора падают вниз и, застывая на лету, превращаются в гранулы.

Из аммиака и углекислого газа получают другое очень ценное концентрированное азотное удобрение — карбамид (его называют также мочевиной). В нем почти половина азота, который легко усваивается растениями. Кроме того, карбамид—очень питательная добавка к кормам. Она заменяет у жвачных животных белковую пищу. В желудке у коров и овец всегда есть особые микроорганизмы, которые помогают животному создавать из карбамида белки. Килограмм скормленной синтетической мочевины прибавляет 8—10 *кг* молока.

Завод работает на урожай

На северо-западе нашей Родины, за полярным кругом, лежит суровый Кольский полуостров. На сотни километров по нему тянется поросшая мхами тундра. Ее прерывают лишь заснеженные Хибинские горы. Здесь в первые годы Советской власти было открыто богатейшее месторождение «камня плодородия» — апатита. Главная составная часть его — фосфор. На месте залежей апатита теперь расположен огромный горно-химический комбинат.

Добытый из недр суровой земли «камень плодородия» идет прежде всего на обогатительные фабрики; здесь его размельчают и очищают от вредных примесей. Получается белый порошок, рассыпчатый и мягкий, напоминающий муку,— апатитовый концентрат. Он идет на суперфосфатные заводы, где с помощью серной кислоты апатит превращается в удобрение. Суперфосфат самое распространенное среди фосфорных удобрений. Много и других: томасшлак, фосфаты аммония (аммофос и диаммофос), фосфат калия и фосфоритная мука...

Труд, затраченный на их производство, возвращается народу богатыми урожаями. Суперфосфата, полученного из тонны апатитового концентрата, достаточно, чтобы удобрить 6—8 *га*. А это дает возможность получить дополнительные урожаи зерна до 4 *т*, картофеля—до 16—18 *т*, хлопка—до 2 *т*.

Для получения суперфосфата необходима разбавленная водой серная кислота. Ее приготовление показано в правой части схемы-рисунка. Сначала кислота поступает в приемный бак. Насос перекачивает ее в верхний

напорный бак. Отсюда кислота идет в смеситель. Затем, разбавленная водой, она проходит один за другим три регулирующих прибора: один регулирует температуру, другой — концентрацию, третий — расход кислоты.

Следующий маршрут серной кислоты — в суперфосфатный смеситель, куда одновременно загружается и апатитовый концентрат.

До этого у концентрата был свой путь следования. Сначала со склада он попадает по транспортеру в приемный бункер; оттуда — в прямой шнек (винтовой транспортер); затем — в дозатор, в котором всегда сохраняется постоянный уровень концентрата, и отсюда — в смеситель.

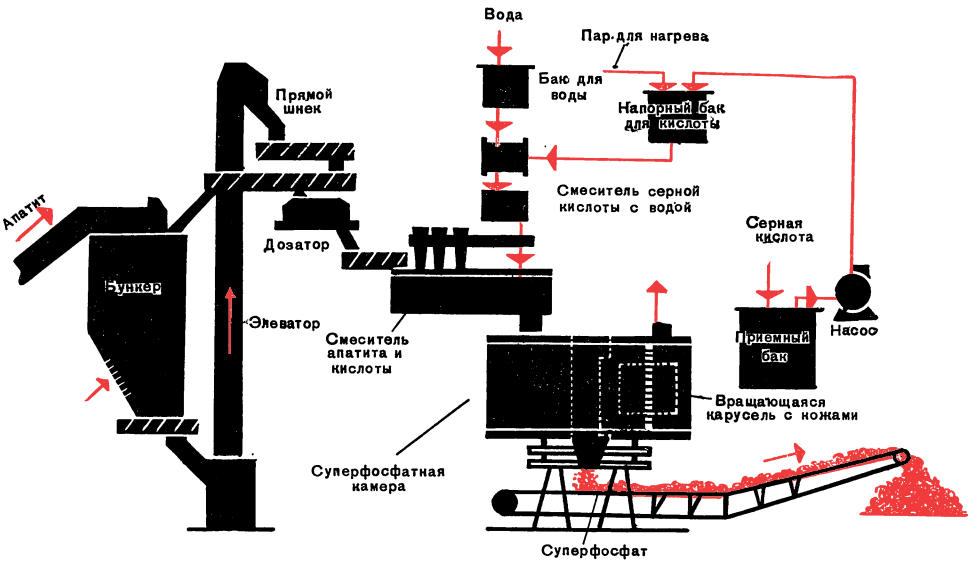


Схема производства суперфосфата.

В смесителе концентрат и серная кислота тщательно перемешиваются, образуя пульпу — массу, напоминающую сметану. Пульпа непрерывным потоком поступает в суперфосфатную камеру, где и заканчивается производство суперфосфата.

Взаимодействуя с апатитовым концентратом, серная кислота переводит фосфор в химическое соединение, легко растворимое в воде и, значит, доступное растениям для их питания. Суперфосфатная камера вместе с пульпой медленно вращается. Один оборот она делает примерно за час. За это время пульпа успевает затвердеть, и ее можно выгружать. Это выполняет вращающаяся карусель с ножами. Ножи срезают суперфосфат, и он по транспортеру идет на склад. Здесь его еще некоторое время выдерживают, пока удобрение «дозревает» (заканчивается разложение остатков апатитового концентрата).

Наконец, остается еще одна важная операция — гранулирование фосфорного удобрения. Это совершается в грануляторе.

В последние годы в нашей стране расширяется производство двойного суперфосфата. Экономическая выгода его очевидна — в нем содержится вдвое больше усвояемого растениями фосфора, чем в обычном суперфосфате. Это концентрированное удобрение получают разложением апатита фосфорной кислотой.

Нейтрализуя фосфорную кислоту аммиаком, получают другие концентрированные фосфорные удобрения — фосфаты аммония.

Еще одним сырьем для производства минеральных фосфорных удобрений служат фосфориты. Богатейшие их залежи найдены у нас в Казахстане. Месторождение Кара-Тау таит в себе свыше миллиарда тонн этой ценной породы. Много и других месторождений фосфатов. Советский Союз стоит на первом месте по запасам фосфатного сырья: более 30% мировых запасов — в нашей стране.

ЛАКИ

Прозрачный спиртовой лак. В 100 *см*³ чистого спирта растворяют 10 *г* шеллака. Если образуется осадок, профильтруйте весь состав.

Черный спиртовой лак. В пузырек с чистым или денатурированным спиртом насыпают мелкие кусочки от негодной шеллачной грампластинки и ставят в теплое место, время от времени взбалтывая. Через 2—3 дня лак будет готов.

Цапон-лак. 5 весовых частей целлулоида (кусочки кинопленки, отмытой от эмульсии) растворяют в смеси, состоящей из 25 частей амилацетата и 70 частей ацетона.

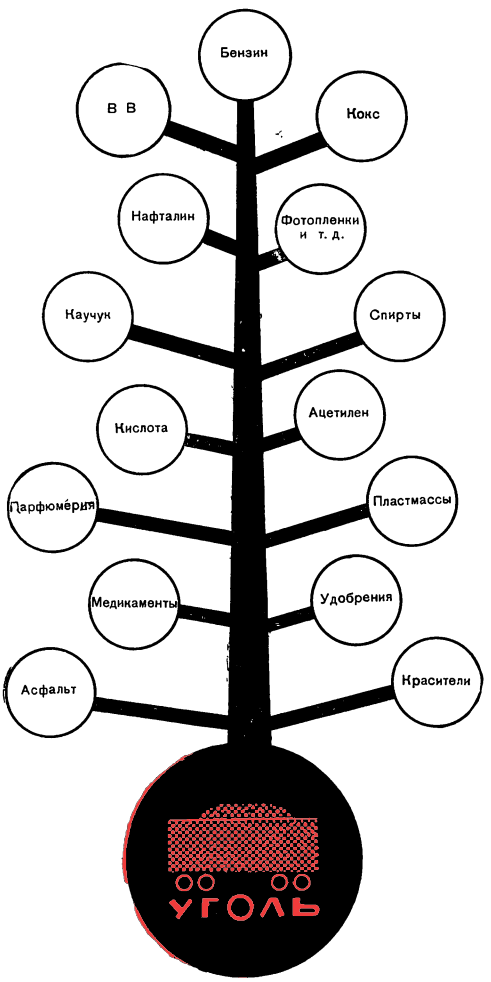
Бесцветный нитролак. Растворить кусочки кинопленки до густоты сметаны в смеси, состоящей из равных частей ацетона и амилацетата. При изготовлении рабочего раствора для окраски нитролак разводят растворителем до необходимой вязкости.

ЧУДЕСНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ УГЛЯ И НЕФТИ

Богатства «солнечного камня»

Глядя на красивый флакон с ароматными духами, трудно представить, что они изготовлены из угля. Между тем это самое обычное, «рядовое» достижение химической науки.

На предприятиях коксохимической промышленности сейчас перерабатывается примерно пятая часть всего добываемого в СССР каменного угля. При этом можно получить огромное количество сырья для промышленности полимерных материалов. Каменноугольная смола, получаемая в производстве кокса, содержит 270 различных химических веществ.



«Химические богатства» каменного угля.

Уголь состоит в основном из различных углеводородов (химических соединений углерода с водородом). Это ценные химические продукты. При сжигании угля они выделяются из него и сгорают. Как их сохранить?

Для этого уголь нагревают без доступа воздуха. Этот способ называется **термической переработкой угля.** Большое значение при такой переработке имеет температура нагревания — от этого зависит, какие продукты разложения каменного угля мы получим.

Когда уголь нагревают до 500—600°, способ называется полукоксованием. При таком способе из угля выделяются смесь газообразных углеводородов (первичный газ) и смесь жидких углеводородов (первичная смола). Жидкие углеводороды при такой температуре нагрева испаряются, и мы получаем смесь газов с парами смолы.

При охлаждении смеси из нее выделяются жидкие углеводороды; по цвету и вязкости эта жидкость похожа на нефть. В ней много фенола — ценного сырья для производства пластических масс, красителей и таких лекарственных веществ, как салол и аспирин. В первичном газе содержится газовый бензин.

Другой способ термической переработки угля — коксование. Здесь его нагревают (без доступа воздуха) до 900—1000°. Коксование производят в коксовых печах — обычно они объединяются в коксовые батареи (по 60—80 печей вместе). Такие батареи в разрезе похожи на слоеный пирог: камеры разделяются между собой отопительными простенками, по которым проходит горячий газ, обогревающий печи. Каждая печь — это узкая (0,5 *м*) камера высотой до 5 и длиной около 14 *м*. Уголь загружается в нее сверху, через загрузочные люки.

В коксовом газе, выделяющемся из угля при коксовании, содержатся пары каменноугольной смолы и ряд других химических веществ — метан, окись углерода, этилен и др. Из каменноугольной смолы выделяют легкое, среднее и тяжелое масла, из которых получают такие ценные продукты, как бензол, фенол, нафталин (они служат сырьем для производства пластических масс, красителей и других веществ). Широко используется в химической промышленности газ этилен. Из него получают этиловый спирт, который идет на изготовление каучука и многих других продуктов.

Новая жизнь нефти

Что такое нефть?

Теплотехник на этот вопрос ответит: прекрасное, высококалорийное топливо.

— Нет! — возразит химик.— Это ценнейшее сырье для получения множества химических веществ. Нефть — сложная смесь жидких углеводородов, в которых растворены газообразные и некоторые другие вещества. Частый спутник нефти — нефтяной газ.

Чтобы только перечислить все продукты, которые химики получают теперь из нефти, потребуется не одна страница этой книги: количество их достигает многих сотен!

Посмотрите на изображенное здесь необычное дерево — «дерево нефти». Вы видите, какое оно ветвистое. Недаром еще Д. И. Менделеев говорил, что топить печь нефтью — это все равно что топить ее деньгами.

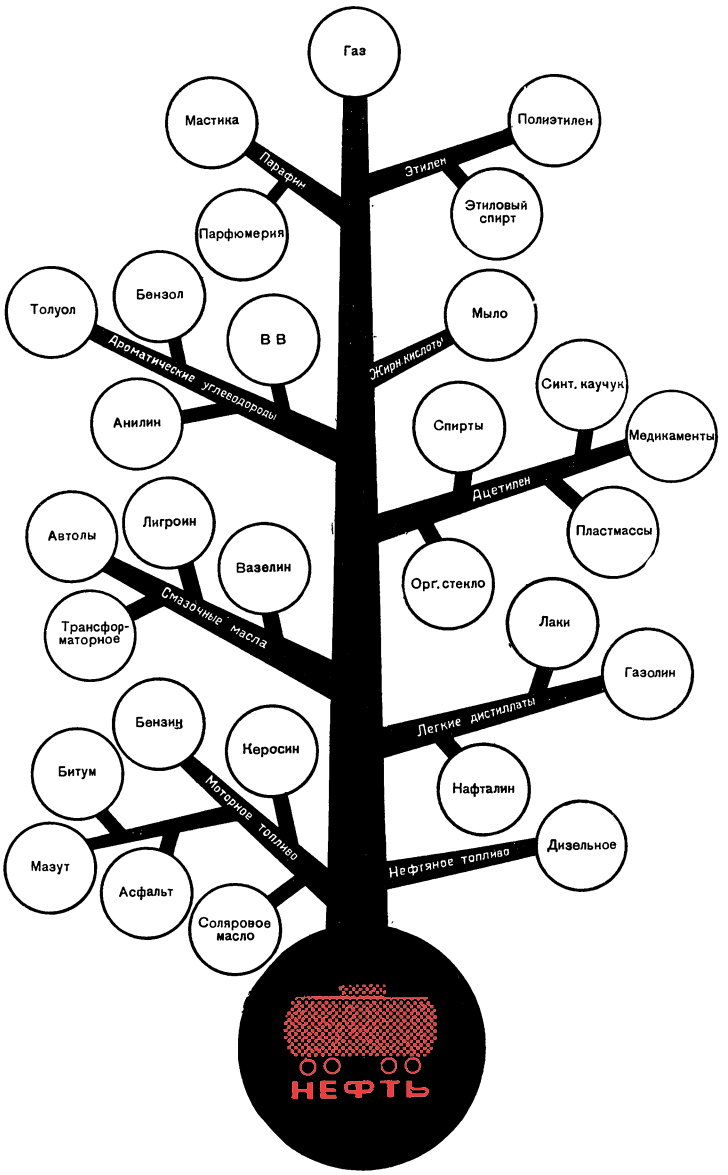
Как же получают все эти ценные продукты?

Вот один из способов — **перегонка**. Сущность ее состоит в том, что нефть разделяют нагреванием на различные группы углеводородов — фракции. В каждую фракцию входят углеводороды, близкие друг другу по температуре кипения. Первая фракция — это бензин, в нее входят наиболее летучие углеводороды. Затем идут лигроин, керосин, газойль, соляр, смазочные масла и масла специального назначения. Последняя фракция — мазут и гудрон.

В наше время перегонку нефти производят на трубчатых установках. Такая установка (она изображена на рис., стр. 288) состоит из двух частей — трубчатой печи, в которой нефть нагревается, и ректификационной колонны для разделения нефти на отдельные продукты.

Трубчатая печь выложена внутри огнеупорным кирпичом. В ней много соединенных между собой стальных труб; общая длина их достигает 1—2 *км*. Печь обогревается горящим мазутом. Через трубопровод непрерывно с помощью насоса подается подогретая нефть. В трубопроводе она нагревается до 300—325° и в виде смеси жидкости и пара поступает в ректификационную колонну. Высота ее — как у десятиэтажного дома. Внутри этой колонны имеется несколько десятков (до 40) специальных устройств — тарелок. Пары нефти, поступая в колонну, поднимаются вверх, проходя через трубочки в тарелках, и, постепенно охлаждаясь, сжижаются.

Самые тяжелые углеводороды, кипящие при температуре выше 300°, собираются внизу.



«Дерево нефти».

Это мазут. Несколько выше, на первых тарелочках, превращаются в жидкость пары тех углеводородов, которые кипят при температуре около 300°; они образуют соляровое масло. Более летучие углеводороды — кипящие при 200—250° — собираются еще выше и образуют керосин. Из самого верха ректификационной колонны получают бензин.

Такая установка работает непрерывно: в печь поступают все новые и новые порции нефти, а из колонны забирают получаемые на

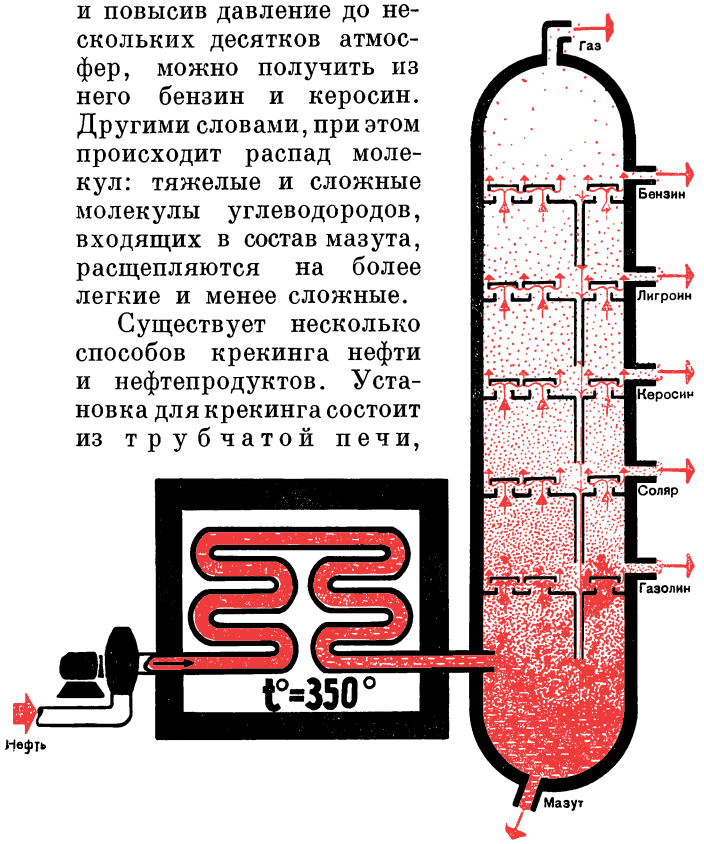
тарелках нефтепродукты. Они выводятся по специальным трубопроводам и идут на дальнейшую переработку.

Из мазута дополнительной перегонкой получают различные смазочные масла. Остается гудрон, идущий на асфальтирование дорог. Из некоторых сортов нефти выделяют парафин и вазелин.

Кроме перегонки, существуют также химические методы переработки нефти — **крекинг** (т. е. расщепление), **пиролиз** (разложение при высокой температуре) и др. Это очень выгодные способы. Перегонкой нельзя, например, получить бензина больше, чем его содержится в сыром продукте (содержится его в среднем до 10%). А если применить химический способ, выход бензина из нефти возрастает в 2—3 раза.

И при крекинге, и при пиролизе нефть или одна из ее фракций перегоняется при температуре, когда отдельные углеводороды разлагаются. Это дает возможность получать из тяжелых углеводородов более легкие. Например, нагревая мазут до температуры 400—500° и повысив давление до нескольких десятков атмосфер, можно получить из него бензин и керосин. Другими словами, при этом происходит распад молекул: тяжелые и сложные молекулы углеводородов, входящих в состав мазута, расщепляются на более легкие и менее сложные.

Существует несколько способов крекинга нефти и нефтепродуктов. Установка для крекинга состоит из трубчатой печи, реактора, в котором расщепляются молекулы, колонны, где разделяются продукты расщепления, и насосов. Внешне такая установка похожа на трубчатые установки для перегонки нефти.



На рисунке вы видите ректификационную колонну, в которой «черное золото» разделяется на отдельные фракции.

Часто крекинг-процесс ведут в присутствии катализаторов. При каталитическом крекинге из солярового масла, например, получают до 80% высококачественного бензина и керосина. Причем если крекинг без катализатора ведется при очень высоком давлении — в 40—50 *атм* (такой процесс называют термическим крекингом), то при каталитическом крекинге достаточно всего 1 *атм*.

Разновидность крекинга представляет собой по существу и пиролиз. Это то же расщепление, но протекает оно при более высоких температурах (600—800°) и почти при атмосферном давлении. В процессе пиролиза некоторые тяжелые углеводороды превращаются в ароматические — бензол, толуол, ксилол и др.; кроме них, здесь получают нафталин, легко высыхающие масла, подобные растительной олифе, и другие продукты. Сырьем служат преимущественно керосин и газойль.

Кроме того, как при пиролизе, так и при крекинге образуются легкие газообразные углеводороды. Вещества, получающиеся при этих химических способах переработки нефти, частично могут распадаться далее. Так, октан распадается на бутан и бутилен, а бутан в свою очередь — на этан и этилен.

Для получения высококачественного бензина применяется метод **риформинга**. При этом методе молекулы углеводородов в основном не расщепляются, а преобразуются. Сырьем при каталитическом риформинге служит бензино-лигроиновая фракция нефти. Нагретая до 440—520° в трубчатой печи, она под давлением подается в реакционную камеру, где находится катализатор. Отсюда продукты реакции поступают в ректификационную колонну, где они и разделяются.

Современные нефтеперерабатывающие заводы оснащены множеством автоматически действующих приборов и установок. Автоматы следят здесь и за давлением, и за температурой, и за уровнем жидкости в закрытых сосудах... Существуют заводы, где уже все управление процессами переработки «черного золота» передано в руки «умных» машин. Человеку осталось там только наблюдение и наладка машин.

Газы крекинга и пиролиза служат теперь неисчерпаемым источником сырья. Из продуктов

СХЕМА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

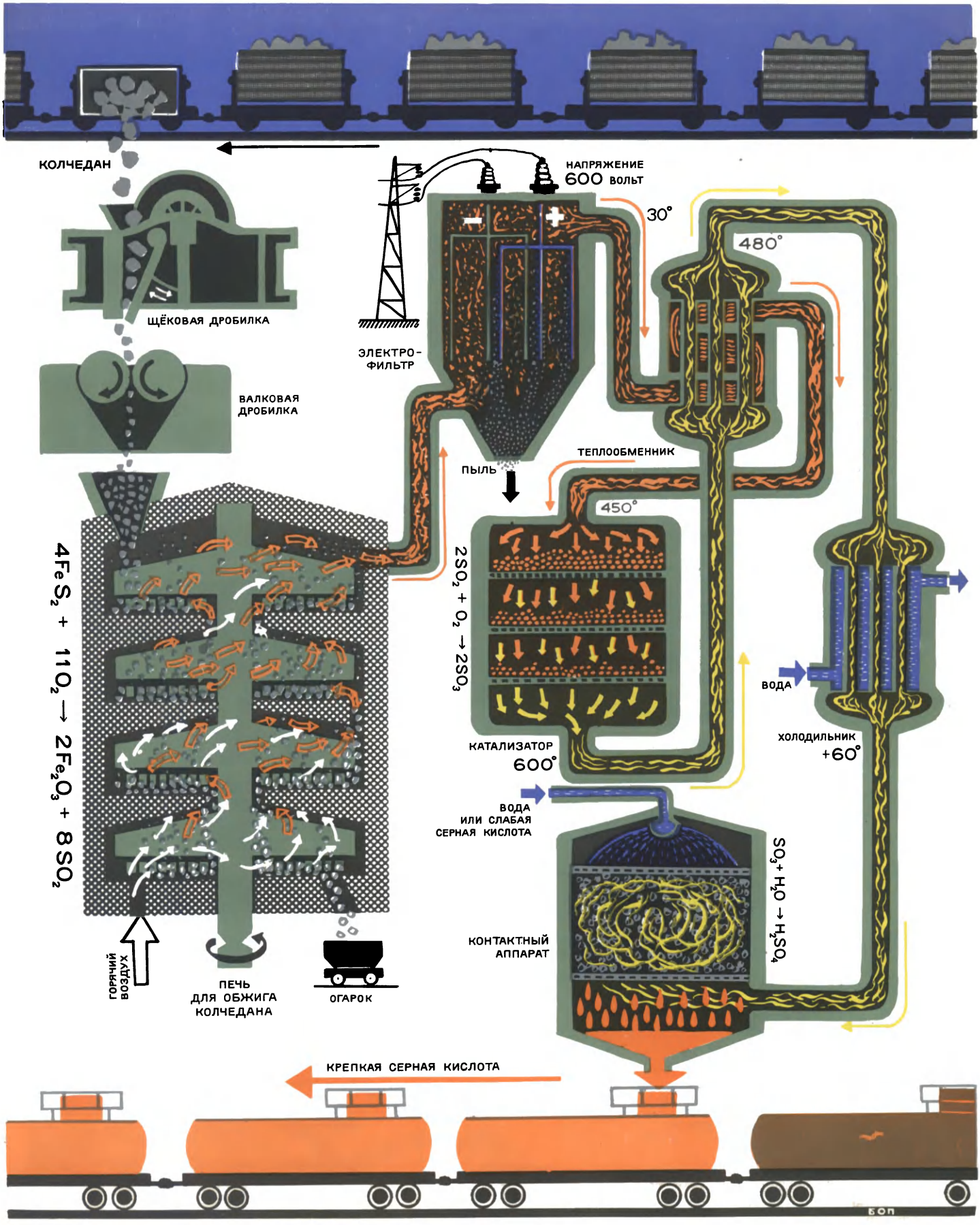
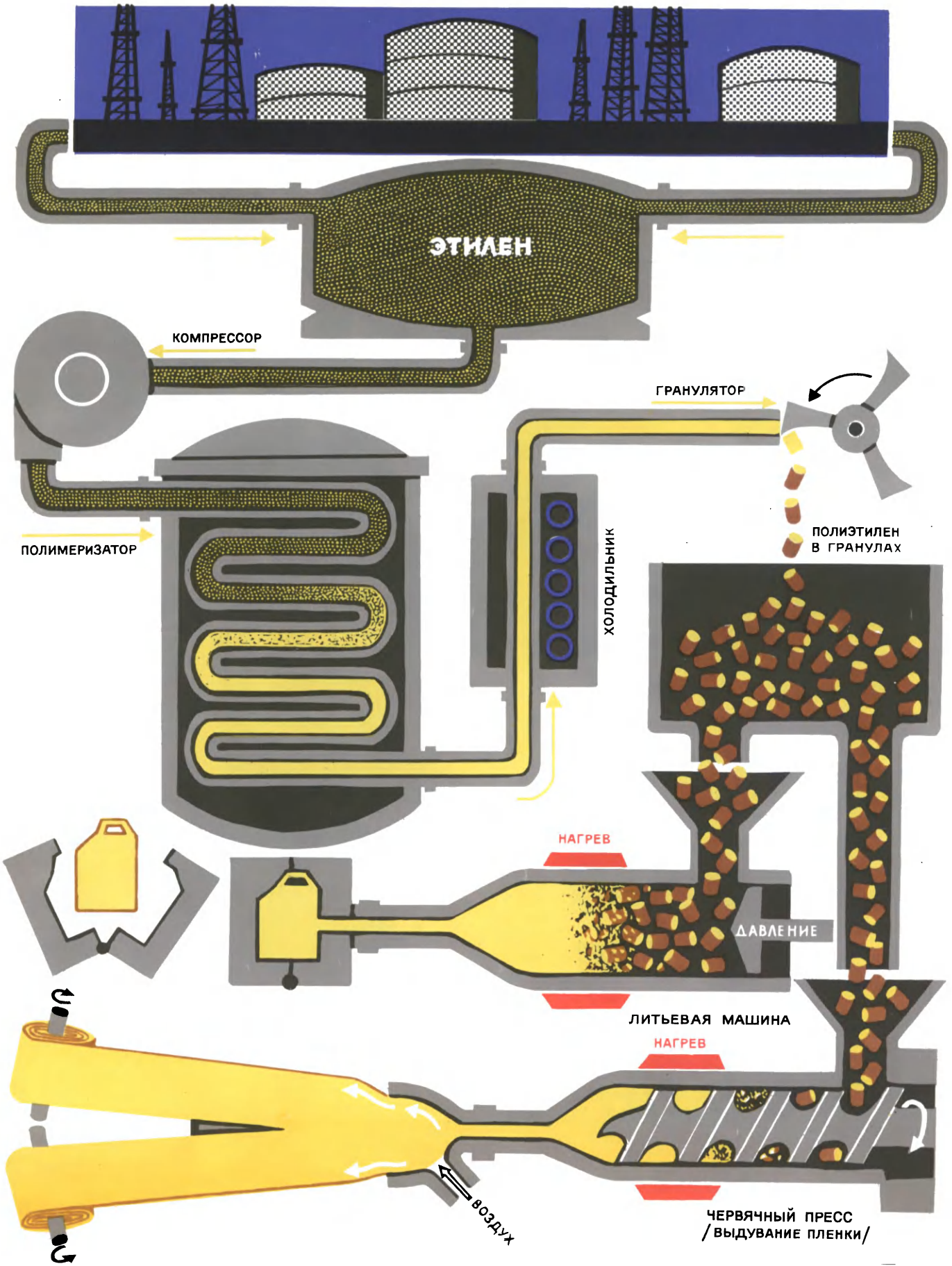


СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИЭТИЛЕНА И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕГО НА ЛИТЬЕВОЙ МАШИНЕ И ЧЕРВЯЧНОМ ПРЕССЕ



переработки нефти химики производят в настоящее время наиболее ценные виды синтетических волокон: капрон, лавсан и др.

Углеводород пропилен составляет $^1/_5$ часть газов крекинга. Из него получают очень важный для промышленности продукт — ацетон, который используется при производстве целлулоида, искусственного шелка, глицерина, бездымного пороха, медицинских препаратов. Другой углеводород — продукт крекинга, бутилен — идет на изготовление искусственного каучука и пластмасс.

При выкачивании из земли нефти вместе с каждой ее тонной выделяется несколько тысяч кубических метров попутных углеводородных газов. Они содержат этан, пропан, бутан, которые легко можно превратить в этилен, пропилен и бутилен. Полное их использование в качестве сырья современной химической промышленности — задача большой экономической важности.

В настоящее время нефтехимия дает почти четверть всей химической продукции. Так в наши дни началась новая жизнь «черного золота». Это ценнейшее природное ископаемое раскрыло перед человеком все свои изумительные возможности «химического перевоплощения». Нефть — это синтетические каучуки и пластические массы, лекарства и ростовые вещества, искусственная кожа и искусственная шерсть. Материалы, получаемые из «черного золота», заменяют медь и стекло, камень и сталь, хлопок и шерсть... Всего производных нефти насчитывают уже около 3 тысяч.

■

МАТЕРИАЛЫ НЕОГРАНИЧЕННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Мир полимеров

Вы уже познакомились с полимерами. Из природных к ним относятся шерсть, древесина, хлопок, натуральный каучук и некоторые другие — не так уж много. Зато в химических лабораториях можно создавать огромное разнообразие синтетических полимеров. Изменяя характер исходных молекул — мономеров, химики получают полимеры с самыми различными, заранее заданными свойствами.

В большой семье синтетических полимеров нетрудно выделить несколько обособленных групп. Это деление основано на том, что молекулярные цепочки в полимерах обладают разной подвижностью.

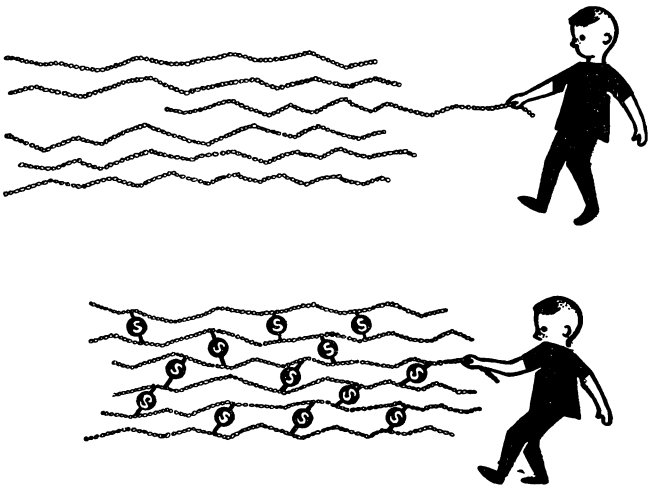
Если длинные молекулы полимера очень подвижны, принимают любую изогнутую форму, легко вытягиваются и могут перемещаться относительно друг друга, перед нами **синтетические каучуки**. Такие полимеры характеризуются высокой упругостью, эластичностью, мягкостью при температурах от $-60°$ до $+150°$ и выше. Они могут растягиваться в несколько раз против своей первоначальной длины и возвращаться к исходным размерам, как только перестанут действовать растягивающие их силы.

Большую группу родственных полимеров образуют **пластические массы**. Здесь подвижность молекулярных цепочек уже невысока, молекулы менее гибки, более жестки. При растяжении эти полимеры дают небольшое удлинение. В обычных условиях пластмассы — твердые тела, очень прочные и достаточно упругие. Они начинают размягчаться только при высокой температуре. При низких температурах пластическая масса становится хрупкой.

Синтетические волокна — еще одна большая группа полимеров. Из них при высокой температуре можно получать очень прочные ориентированные нити, а попросту говоря, прясть волокно с невиданными прежде свойствами. У полимеров этой группы очень высокая температура размягчения.

Наконец, многие полимеры объединяются в группе **синтетических лаков и красок.** Они характерны прежде всего тем, что прочно соединяются с различными материалами — деревом, металлом, стеклом. Очень стойки такие полимеры к механическим воздействиям, к высокой температуре и влажности.

Приведенное выше деление полимеров условно. Есть немало полимеров, близких по своим свойствам, скажем, к пластмассам и к синтетическим волокнам. Созданы полимеры, в равной мере родственные каучукам и пластическим массам. С помощью некоторых веществ можно уменьшить высокую упругость каучукоподобных полимеров, приближая их к полимерам-пластмассам. И наоборот, пластмассу можно сделать высокоупругой, подобной кау-



При вулканизации каучука сера как бы сшивает его молекулы, образуя между ними прочные «мостики».

чукам. Первый прием переработки полимеров называется вулканизацией, второй — пластификацией.

Процесс вулканизации сводится к тому, что в полимер вводят вещества, способные химически связывать, «сшивать» молекулы. Для каучука таким веществом служит сера. Она образует «мостики» между молекулами каучука: чем больше таких «мостиков», тем менее упругим будет каучук. Вводя в каучук большое количество серы, из него получают прочное, твердое, малоупругое вещество — эбонит. Это уже пластмасса. Наоборот, вводимое в полимер низкомолекулярное вещество — пластификатор — изолирует молекулы полимера друг от друга, повышает их подвижность, гибкость и тем самым увеличивает упругие свойства полимера.

Как получают полимеры? Об одной из наиболее распространенных реакций образования полимеров, о полимеризации, упоминалось выше. Но далеко не все молекулы способны к полимеризации. Это зависит от строения молекул и от характера межатомных связей в них. Когда между атомами в молекуле использованы все связи сцепления, химическое соединение (оно называется насыщенным) не способно полимеризоваться. К полимеризации способны только соединения ненасыщенные, в которых углерод не использует всех своих связей. Одна из углеродных связей у этих веществ может сравнительно легко размыкаться и давать возможность молекуле присоединять новую молекулу, за ней третью и так последовательно новые десятки и сотни молекул с размыкающимися связями. Процесс полимеризации вещества носит цепной характер.

Другой путь полимеризации — когда молекулы-мономеры имеют циклическое (т. е. кольцевое) строение и кольцо атомов при этом непрочно. Разрушая его, можно получить развернутую линейную молекулу, на концах которой после разрыва останется по одной свободной связи. Такая связь способна присоединять новые разорванные молекулы. Возникающий процесс полимеризации в данном случае тоже имеет цепной характер.

Полимеризацией получают множество разнообразных синтетических материалов. Именно этой реакции полимеры обязаны своим названием. Но она не единственная. Другой химический путь создания полимерных веществ — поликонденсация. Эта реакция протекает всегда с выделением побочных продуктов — углекислоты, воды, аммиака. В этом основное отличие поликонденсации от полимеризации.

Создавая новые полимеры, химики стремятся получать материалы с заранее заданными

Химики могут получать полимеры с самыми различными свойствами.

свойствами. Для этого они используют самые различные методы.

Вспомните, как садоводы-мичуринцы прививают к дереву черенок от другого сорта, с тем чтобы это плодовое дерево переняло какие-то ценные свойства — засухоустойчивость, стойкость к морозам и т. д.— от привитого сорта. А нельзя ли подобным образом получать химические «гибриды» полимеров? Можно! Одному полимеру как бы «прививают» свойства другого полимера. Основной «ствол» цепной молекулы в этом случае состоит из одного типа полимера, а боковые «ветви» — из другого.

Такую молекулу можно получить, используя в качестве исходных материалов готовый полимер и низкомолекулярные вещества, способные в свою очередь полимеризоваться в отдельные «ветви» молекулы полимера. Полимеры-гибриды, или сополимеры, сохраняют свойства своих «родителей» и в то же время приобретают новые качества, каких не было раньше.

Путем «химической прививки» одного полимера к другому удается получать из такого сравнительно жесткого и хрупкого материала, как полистирол, материалы упругие и удивительно стойкие к удару. Корд из синтетического полиамидного волокна, исключительно прочный, до недавнего времени имел один существенный недостаток — при эксплуатации покрышек происходило расслаивание, волокно отделялось от резины и покрышка быстро выходила из строя. Устранить недостаток помогла сополимеризация. Теперь к кордовому волокну прививают другие полимеры или мономеры. Качество шин резко поднялось.

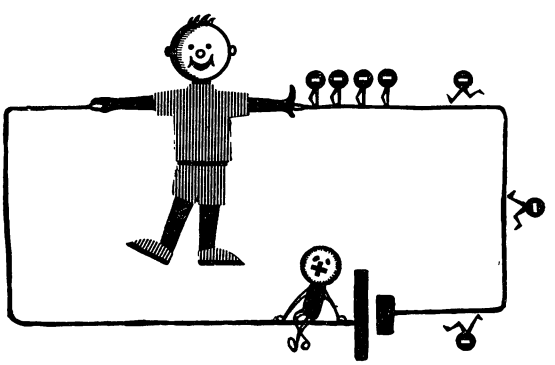
Можно также «сшить» органическое вещество с неорганическим, например с металлом. Получаются материалы с новыми, самыми необычными свойствами. Полистирол, привитый к металлическому порошку, дает сополимер, похожий и на металл, и на пластик. Известны полимеры, по способам обработки все больше приближающиеся к металлам. Созданы полимеры, которые могут закаляться и отжигаться.

А вот еще один путь создания полимеров-гибридов — блок-сополимеризация. При этом большие молекулы получают из правильно чередующихся частей — блоков различных полимеров. Таким путем создают, например, каучуки, обладающие повышенной твердостью.

Большим достижением науки является метод каталитической полимеризации, позволяющий получать полимеры со строго регулярным строением молекул, так называемые «изотактические». Приведем один факт, характеризующий практическую важность этого открытия. В первое время полиэтилен изготовлялся в очень сложных условиях при температуре около 200° и под давлением порядка 1,5—2 тыс. *атм*. Путем каталитической полимеризации полиэтилен можно получать под давлением в 35—70 *атм* и даже при обычном атмосферном давлении.

Как получают и перерабатывают пластмассу

Пластические массы — старейшие среди полимеров. По свидетельству известного римского историка Плиния, всем известная в наши дни пластмасса плексиглас была создана еще в античном мире. Ее изобрел безвестный художник при императоре Тиберии. Познакомившись с необыкновенным стеклом, властитель Рима приказал отрубить голову изобретателю и



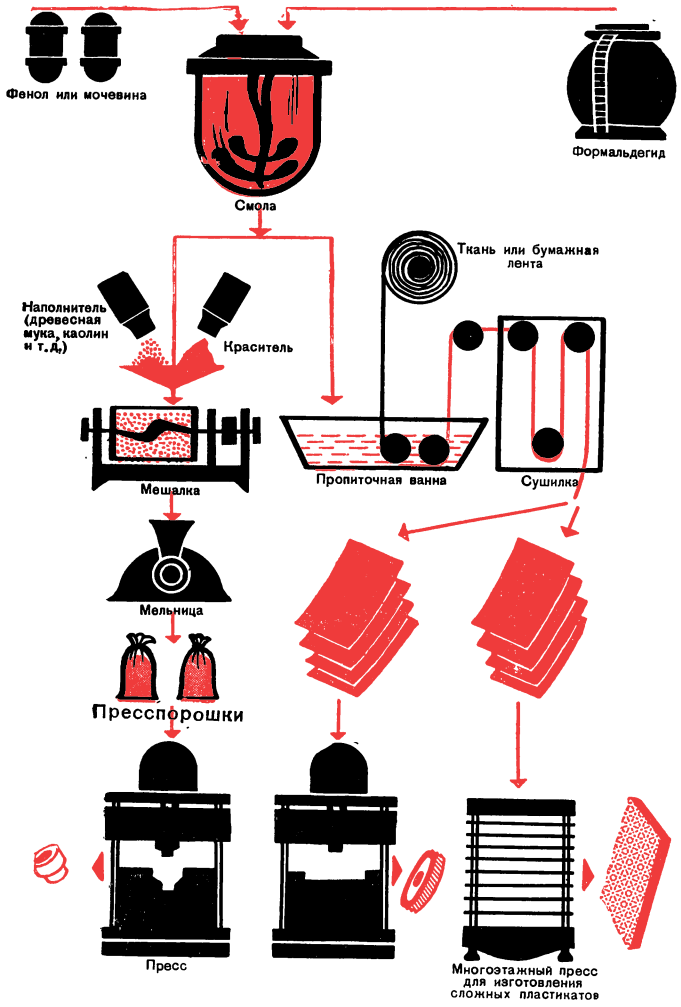


Схема производства слоистого пластика.

разрушить его мастерскую. Причиной столь варварского, дикого решения было опасение, что плексиглас обесценит золото и серебро. Секрет производства первой пластмассы был утерян на много столетий.

В пластмассах, как ни в одном другом материале, сочетаются самые разнообразные ценные свойства. Пластмасса может быть легкой, как пробка, и прочной, как броня, прозрачной, как стекло, и упругой, как сталь!

...Слова «фтороуглероды» еще недавно не существовало в химических словарях. Сегодня это обширная, сказочно заманчивая область синтетической химии. Два давно знакомых элемента периодической таблицы Менделеева — фтор и углерод, объединившись, привлекают все большее внимание химиков. И недаром! Пластмассы, созданные на основе фтороуглеродов, — чемпионы неуязвимости. Рабочему костюму из фторопластовых пленок не причиняют никакого вреда ни нефть, ни щелочь, ни высокая температура.

Основой современных пластических масс служат синтетические смолы. Они изготовляются из дешевых продуктов перегонки каменного угля, из природных и попутных газов, а также из продуктов нефтепереработки.

Некоторые пластические массы — такие, например, как полиэтилен и полистирол,— состоят полностью из смол, т. е. чистых полимеров. Но большинство содержит, кроме того, и другие вещества, которые придают изделиям пластичность или механическую прочность, устойчивость к высоким температурам или эластичность и прочие ценные свойства. Синтетическая смола тут служит основным веществом, а в качестве дополнительных составных частей берут пластификаторы (мягчители) и наполнители. Наполнители, кроме того, позволяют сократить расход связующего материала — смолы — и значительно снижают стоимость пластмассы. При этом наполнителями служат самые разнообразные вещества, например древесная мука и древесная стружка, бумага, хлопчатобумажная ткань, песок.

Иногда, для того чтобы придать пластмассе какое-либо особое свойство, в ее состав вводят специальные добавки. Прибавляя, например, металлическую пыль, можно получить пластмассу, хорошо проводящую электрический ток.

Производство пластических масс начинается с варки смолы. Делают это в особых котлах — а в т о к л а в а х. Такие котлы могут выдержать повышенное давление, при котором часто и производится варка смол. Стенки автоклава двойные. В пустое пространство между ними можно подавать пар, горячую или холодную воду — для нагревания и охлаждения котла.

Необходимые для получения пластмассы химические вещества загружают в котел при помощи различных автоматически действующих устройств. Находящаяся внутри автоклава мешалка размешивает массу, чтобы она нагревалась (или охлаждалась) равномерно. Специальные приборы контролируют весь ход реакции.

Наконец, смола готова. Ее выгружают из автоклава. Теперь из нее уже можно готовить необходимые изделия. Это делают различными способами: обыкновенным литьем в формы, литьем под давлением или же методом горячего прессования: один нажим пресса — и деталь сложной конфигурации готова!

Познакомимся с одним из способов производства пластмассовых изделий — литьем под давлением. Оно производится в специальных литьевых машинах. Процесс протекает следующим образом.

Из загрузочного бункера пластмасса в виде гранул поступает в термокамеру, где она нагреванием переводится в жидкое состояние. Отсюда под давлением ее впрыскивают в холодную камеру, внутренняя полость которой имеет форму изделия. Расплавленная пластмасса тут же затвердевает. Изделие готово! Все эти операции производятся автоматически. За один час машина дает тысячу и более готовых изделий.

В производстве пластмассовых изделий широко применяются также методы горячего прессования. Таким путем можно изготовить самые различные предметы: настольную лампу, электрический выключатель, большие листы пластиков.

Прежде всего для горячего прессования подготовляют прессовочный порошок. Он состоит из смолы, наполнителя, пластификатора и некоторых других добавок. Порошок засыпают в нагретую металлическую пресс-форму и включают давление. При этом подвижная часть пресса — пуансон — входит в пресс-форму; пресс-порошок под действием давления и температуры сильно размягчается и заполняет все ее углубления. Если смола при этом была термореактивной (т. е. такой, которая затвердевает при повышении температуры), то на этом приготовление изделия заканчивается. Механическое приспособление удаляет его из пресс-формы.

В других случаях пресс-форму предварительно охлаждают.

Полученные таким путем изделия не требуют дополнительной обработки. Процесс прессования протекает быстро и автоматически. На одном прессе можно прессовать одновременно несколько изделий.

Тысяча и одно применение

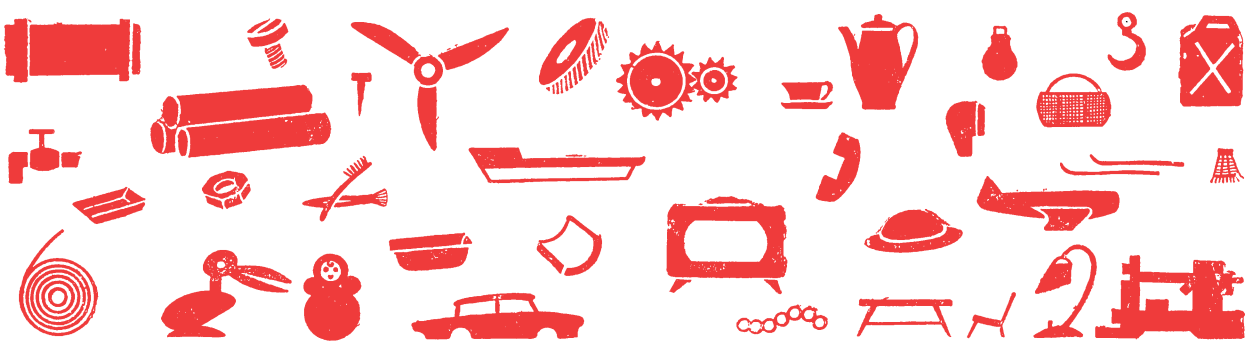
Одна из самых распространенных в настоящее время пластических масс — полиэтилен (сырье — этилен). По химическому составу он подобен продуктам нефтепереработки — бензину, маслам, парафину, но его молекулы — гиганты. Высокая химическая стойкость, полная безвредность, легкость обработки — эти качества полиэтилена открыли ему широкие двери в жизнь.

Пластмасса полиэтилен гибка и прочна, может быть бесцветной и легко окрашивается, хорошо прессуется, штампуется, вальцуется, обрабатывается на станках, отливается в формы. Из нее можно делать цистерны и контейнеры, ведра и бочки, трубы, нити и ленты, листы и тонкие пленки, которые не боятся ни масел, ни бензина, не пропускают водяные пары и газы.

Близкий «родственник» полиэтилена — полипропилен, который получают из пропилена.

Материалом «тысяча и одного применения» называют пластмассу поливинилхлорид. Как и широко известный полиэтилен, она используется в самых различных отраслях. Трубы и кабельная изоляция, плитки для полов и грампластинки — все это производится из поливинилхлорида. Причем из 1 *т* его можно изготовить, например, водопроводные трубы для 250 квартир.

Большое будущее у полиформальдегида. Он прекрасно противостоит воде, легко окрашивается в любой цвет. Изделия из него отличаются высокой прочностью, упругостью и жесткостью, у них красивый внешний вид. Осо-



Множество самых различных предметов производят сейчас из пластических масс.

бенно стойки они к износу. Из него уже делают водопроводные трубы и автодетали, электротехнические изделия и столовые приборы. При этом стоимость пластмассы невысока.

Очень перспективны и поликарбонаты — полимеры с высокой теплостойкостью и прекрасными механическими свойствами. Их получают из фосгена, фенола и ацетона. Стеклотекстолиты из поликарбоната выдерживают при растяжении до 2500—2800 *кг* на 1 *см*². Поликарбонаты найдут широкое применение в машиностроении и электротехнике.

Серьезным «соперником» металла в машиностроении становится синтетическая смола капрон. Это прекрасный материал для деталей машин. Подшипники, втулки, зубчатые передачи, манжеты из капрона отличаются механической прочностью. Они очень устойчивы к воздействию масел, горючего, щелочей, различных растворителей, коррозии. К тому же стоимость пластмассовых деталей в 5—10 раз ниже бронзовых и в 15 раз ниже баббитовых.

Завод «Коммунар» в Запорожье производит из капрона подшипники скольжения для сельскохозяйственных машин, втулки шатунов, станины и маховики эксцентриковых прессов. Только при ремонте оборудования пластмассы экономят более 20 *т* ценной бронзы.

Каждая замена металла пластмассой сулит немалые выгоды. Тонна пластических материалов заменяет в машиностроении в среднем 3—4 *т* цветных металлов. При этом примерно в 5 раз снижается трудоемкость изготовления изделий и в 4—8 раз — себестоимость продукции.

Все шире применяются в строительстве древесностружечные и древесноволокнистые пластики. Сырьем для них служат древесные стружки, спрессованные с синтетической смолой, или же специально обработанная древесная масса. Древеснослоистый пластик ДСП-Б близок по прочности к алюминиевому сплаву, а фанера, созданная на основе бакелита, превосходит в этом отношении некоторые сорта стали.

Детали из древесины, «облагороженной» полимерами, очень выгодны. Сегодня экономия от замены цветных металлов древеснослоистыми пластиками уже достигает десятков миллионов рублей.

Наиболее важная проблема при создании новых полимеров — получение материалов с высокой механической прочностью и устойчивых к большим температурам. В этом отношении образец — армированные и слоистые пластмассы типа текстолита, стеклопластика и др. Их получают горячим прессованием ткани, бумаги или фанеры, пропитанных смолой.

Текстолит — это слоистый прессованный материал из ткани, пропитанной раствором смолы бакелита. Шестеренки из текстолита в несколько раз легче и прочнее стальных, а подшипники выдерживают огромную нагрузку — до 2,5 *т* на 1 *см*². А если вместо ткани взять стеклянное волокно, мы получим стеклопластик. Насколько он прочен, судите сами: сделанные из стеклопластика пружины по прочности и упругости превосходят стальные!

Кузов автомобиля, ванна в квартире, оборудование в шахте — все это можно сделать из стеклопластиков. В машиностроении они приходят теперь на смену стали и дюралюминию. Они почти в 2,5 раза легче алюминия, а по прочности поспорят с лучшими сортами стали. Что же касается устойчивости к воздействию атмосферных условий, то тут стеклопластику вообще трудно подыскать соперника.

Последние годы на речных и морских путях появились необычные суда, легкие и долговечные. Их корпуса — из стеклопластиков. У таких судов немало преимуществ. Они в 3—4 раза легче обычных. Судну из пластмассы не страшна ржавчина. Оно немагнитно. Для его создания не нужны стапеля, отпадает необходимость в сварке.

На железнодорожном транспорте «работают» пластмассовые цистерны для нефти и других продуктов. Стеклопластиковые кузова шахтных вагонеток вдвое долговечнее металлических и весят почти в 2,5 раза меньше.

И надо подчеркнуть, что стеклопластик не только обладает очень ценными качествами. Он очень экономичен. Замена в шахтах деревянного и металлического крепления (стоек и верхняков) на 50% крепью из стеклопластиков сэкономит нашему государству около 100 млн. руб.

Пластмассовый токарно-винторезный станок... Такой необычный станок уже существует. Шестерни, направляющие, втулки, гайки, многие другие детали этого станка пластмассовые. В чем его преимущество? Работает он бесшумно, станок более точен и быстроходен. Его проще и дешевле изготовить, а работать он будет значительно дольше.

Пластические массы дают огромную экономию в сырье, в средствах. Сколько труда нужно затратить, например, при изготовлении водопроводных труб из металла! Между тем стоит перейти на производство таких труб из

полиэтилена — и все значительно упрощается. Сравнительно несложная машина быстро изготовляет такие трубы из полиэтиленового порошка. Особенно заманчивы пластмассовые трубопроводы в полевых условиях. Например, при орошении полей можно применять особый комбайн, который будет рыть траншеи, тут же готовить, сваривать и на ходу укладывать в них пластмассовые трубы.

А какую экономическую выгоду может дать применение пластмассовой тары всех видов! Ежегодно у нас изготовляется 2 млн. стеклянных бутылей и затрачивается около 25 *т* металла для производства металлической тары. Нетрудно понять, какое народнохозяйственное значение имеет создание тары из материала, который мог бы надежно служить в течение ряда лет. Кроме того, применение полиэтилена, полипропилена, поликарбонатов позволит значительно уменьшить вес транспортной тары. Молочные фляги и цистерны, изготовленные из полимеров типа полиэтилена и поликарбонатов, в 4—5 раз легче металлических. Это новый источник экономии — на этот раз на транспорте.

Пластмассовые трубы очень легки и прочны. Они с успехом используются, например, для осушения заболоченных земель.

Химия строит дом

Пластмассы удовлетворяют любому требованию строителя. Они могут быть и прочными, как бетон, и прозрачными, как стекло, и обрабатываются так же легко, как дерево.

Стекловолокнистые армированные пластмассы, например, обладают легкостью сухого дерева и прочностью стали. Они не горят, не гниют и не ржавеют, к тому же они во много раз легче кирпича. Стены из стеклопластика хорошо сохраняют тепло и звуконепроницаемы, а легкие прочные крыши совсем не боятся влаги. Применение стеклопластиков в строительных конструкциях облегчает их вес в 5—10 раз.

Прекрасный строительный материал, как уже говорилось,— древесностружечные и древесноволокнистые пластики. Легкие плиты применяют для тепловой и звуковой изоляции. Более тяжелые идут на перегородки. Самые тяжелые — на пол.

Мебель и трубопроводы, окна и двери, санитарно-техническое оборудование — все это производится из современных пластмасс.

В доме с окнами из полимеров можно загорать, не выходя на улицу: «стекла», сделанные из прозрачного полимера, пропускают ультрафиолетовые лучи. А как хороши стены ванной комнаты или кухни, облицованные плитками

Здесь все сделано из пластмасс — стены, потолок, пол, мебель.

из полистирола — прочными, радующими глаз приятной расцветкой, водонепроницаемыми. При этом покрытия стен, полов и потолков, драпировочные и обивочные материалы, изготовленные химией, сделают наши квартиры более гигиеничными. Ведь пластмассы не поглощают пыль и легко чистятся.

Прекрасным теплоизоляционным материалом в строительстве служат пенопласты и поро-

пласты — пластмассы, состоящие из множества замкнутых ячеек, заполненных воздухом или другим газом. Пенопластик стиропор (его готовят из полистирола) по своим теплоизоляционным качествам несравним с другими. Стиропор толщиной в 1 *см* держит тепло так же хорошо, как кирпичная стена в 20 *см*.

Синтетические полимерные материалы помогают индустриализировать строительство. Широкое их применение помогает организовать массовое поточное производство зданий, которые на строительной площадке монтируются с помощью легчайших механизмов.

Особую ценность представляют пластмассовые дома специального назначения. Сборно-разборные дома из пенопластов для дрейфующих станций «Северный полюс» с успехом выдерживают испытания в суровых арктических условиях. В недалеком будущем такие дома найдут применение на строительстве железных дорог и гидростанций, на полевых станах и пастбищах.

Полимерные пленки

Более $^1/_3$ всех ходовых, «освоенных» полимеров, производимых во всем мире, теперь перерабатывается на пленки. Известны уже десятки их марок.

На одной из зарубежных выставок показывали, как кран поднимал автомашину, завернутую, подобно детскому подарку, в тонкую прозрачную пленку, и пленка оставалась целой! Она была сделана из пластмассы терилен.

Полимерные пленки прочны, газонепроницаемы, многие из них очень стойки к низким температурам. Это позволяет по-новому организовать обработку пищевых продуктов в холодильных установках: вместо воздушного замораживания в морозильных камерах замораживать на конвейере. Производительность труда при этом возрастает в 4—6 раз, улучшается и качество продуктов.

Пленка из особым образом обработанного полиэтилена резко сокращается в объеме в горячей воде. При этом она очень плотно обтягивает упакованный в нее продукт. Испытания показали, что такая упаковка сохраняет свежезамороженные продукты не хуже, чем стеклянная или жестяная тара.

Прозрачная пленка из полиэтилена хорошо пропускает ультрафиолетовые живительные лучи. Это позволяет с успехом использовать ее в теплицах и парниках вместо стекла. Растения при этом развиваются быстрее. Можно и просто укрыть насаждения пленкой, укрепляя ее на прозрачных подпорках — тоже из полимеров,— между которыми протянуты тонкие тросики из капроновых нитей. В Латвийской ССР и Ленинградской области огурцы на грядках, укрытых пластмассовыми пленками, поспевают почти на месяц раньше. А в Японии теперь накрывают пленками целые рисовые поля и получают два урожая в год вместо одного.

С помощью синтетических пленок очень быстро можно соорудить искусственный водоем. Стоит лишь естественную впадину или вырытый котлован покрыть водонепроницаемой синтетической пленкой — и водоем готов! А при

ПЛАСТМАССА ИЗ БУМАГИ

Мелко нарезанную и размятую бумагу залейте водой и кипятите в течение нескольких часов. Затем воду слейте, а разварившуюся бумагу тщательно разомните до получения однородной массы и просушите. После просушки массу разотрите в порошок. Храните его в банках.

Для получения пластмассы можно воспользоваться одним из следующих рецептов.

Первый рецепт: 3 весовые части сухой бумажной массы смешайте с мучным клейстером, затем всыпьте 2 части мелко просеянной и смоченной водой древесной золы и тщательно размешайте.

Второй рецепт: из 1000 *г* крахмала сварите клейстер, прибавив в него 5 *г* квасцов. Затем готовый клейстер смешайте с 400 *г* бумажной массы и прибавьте небольшими порциями 600 *г* мелко просеянного мела, гипса или алебастра. После этого всю массу тщательно замесите до получения однородного теста. Масса должна употребляться сразу же после приготовления. Если нужно сохранять готовую массу несколько часов, то держите ее в одном куске, завернутом в мокрую ткань. Прибавка нескольких капель глицерина позволяет сохранить ее в мокрой ткани в течение недели.

Добавив в массу немного негашеной извести или яичного белка, можно получить изделие, которое будет частично водонепроницаемым. Чтобы сделать модель полностью водонепроницаемой, готовое и просушенное изделие прокипятите в смеси олифы с добавлением 10—12% (по весу) канифоли, после чего тщательно просушите в теплом месте.

Формы перед заполнением их пластмассой из бумаги должны быть смазаны маслом или раствором парафина в керосине. Когда масса окрепнет (но не полностью высохнет), выньте ее из формы и поставьте на просушку. Горячей сушки или сушки на ветру следует избегать, так как изделие может покоробиться.

Изделия из бумажной пластмассы обрабатывают и окрашивают так же, как и изделия из дерева.

обкладке пленкой русел ирригационных каналов, особенно на песчаных почвах, намного сокращается просачивание воды в почву.

Во многих водоемах состав «рыбьего населения» не всегда удовлетворяет человека. И в них переселяют другие породы рыб. Так, стерляди из реки Оби переселились на Камчатку, байкальский омуль — на Ладогу, а ладожский рипус — на Украину. Каким путем? В полиэтиленовых мешочках — в самолете!

Надувные здания... Что вы о них знаете?

Строительный материал для таких зданий — один, это полимерные пленки. Поддерживаются они изнутри небольшим избыточным давлением воздуха — с помощью вентилятора или баллонов со сжатым воздухом (см. статьи раздела «Строительство»).

Таким способом сооружают зернохранилища, гаражи и другие крытые помещения. Нет сомнения, что у таких складов большое будущее. Их широкое, повсеместное применение принесет нашему государству очень большую экономию строительных материалов и средств. Гораздо меньше будет потерь сельскохозяйственных продуктов во время их уборки и заготовки.

Полиэтиленовые парники получают все большее распространение в нашей стране и за рубежом.

Будущее в настоящем

...По крутому спуску трамплина мчится лыжник. Вот он уже оторвался от него, описал в воздухе плавную дугу и, коснувшись склона, замедляет бег.

Обычная картина, скажете вы. Да, обычная — зимой. А летом? Летом такую возможность дает нам пластмасса. Роль снега на трамплине и на склоне могут успешно выполнять мягкие циновки из полихлорвиниловой смолы.

Кому не известно, какое огромное народнохозяйственное значение имеет борьба с коррозией металлов. Тонкие пленки из полиэтилена, винипласта, тефлона и других полимерных материалов могут служить надежной защитой не только для металла. Они сохранят от разрушения также дерево и бетон. Созданы установки, при помощи которых разогретая в пламени газа пластмасса наносится ровным слоем на поверхность любого изделия.

Переплеты из пластмассы для книг и альбомов не боятся никакой сырости. Их можно даже мыть водой с мылом. На таком переплете легко сделать тисненый узор, рисунок. Обычно здесь используют поливинилхлоридные пленки.

На бумагоделательных машинах можно производить теперь пластмассовую бумагу. Вместо древесной пульпы используется акриловое пластмассовое волокно. Такая пластмассовая бумага почти не поглощает влаги и обладает стойкостью к воздействию всех обычных растворителей.

В Германской Демократической Республике были созданы настольные часы, почти все детали которых сделаны из пластмасс.

Большое значение приобретают пластические массы при изготовлении разнообразных медицинских инструментов и оборудования.

Из пластмассы — органического стекла — созданы протезы сердечных клапанов; они уже прошли всестороннюю проверку.

Перед нами еще один необычный материал — пластическая сталь. Она содержит 80% стали и 20% пластмассы. Ее можно использовать для восстановления сломанных металлических частей, заполнения отверстий в отливках и т. д. Она хорошо скрепляет различные металлы друг с другом. Да и другие пластические массы можно с большим эффектом использовать при ремонте машин. Сейчас нередко бывает так:

чуть поизносилась деталь, ее уже заменяют новой. Между тем куда экономнее «подновить» ее пластмассой: покрыть поверхность совсем ничтожным слоем полимера. Теперь деталь снова способна работать в машине. Таким способом можно с успехом ремонтировать, например, подшипниковые узлы.

Удачным примером тесного содружества пластмасс и металла могут служить металлопластики, созданные в Чехословацкой Социалистической Республике, где они используются при производстве автомобилей. Процесс изготовления таких гибридов несложен. На поверхность стального листа наносится тонкий слой специального клея, а затем накладывается тонкий слой из пластмассы. После нагрева металлопластик упрочняется между резиновыми валиками. Пластмасса настолько удачно соединяется с металлом, что при самых различных деформациях листа — изгибах, кручениях — расслоения не происходит.

Лыжники получили возможность тренироваться летом, на «химическом снеге».

Вот еще одно интересное и, по мнению специалистов, многообещающее применение полимерных веществ: использование их для создания дымов. Такой дым состоит из мельчайших пластмассовых пузырьков с отверстиями. Для получения его пластмасса в жидком виде направляется в газовую турбину, где нагревается и в размельченном состоянии выбрасывается в воздух. При этом из небольшого количества полимера образуется дым, достаточный для создания большого облака.

От новых дымов ожидают важной помощи. Предполагают, например, что пластмассовые облака помогут искусственно вызывать дождь. Известно, что некоторые виды пластмасс в форме пены хорошие теплоизоляторы. Это навело на мысль использовать дымовые завесы из пластмассы для защиты растений от заморозков, а также от жары.

Наконец, можно использовать дымы из пластмасс и для такого важного дела, как уничтожение вредителей полей и садов, комаров, гнуса и т. д. Нужно лишь примешать к пластмассовому дыму один из ядов, от которого гибнут насекомые.

Все полимерные вещества, которые до последнего времени знала химия, не проводили электрического тока. Именно поэтому они нашли широкое применение в радиотехнической и кабельной промышленности в качестве изоляторов. Но теперь созданы и такие полимеры, которые являются полупроводниками и проводниками электричества. Есть теперь и полимеры, обладающие магнитными свойствами. Получают такие полимеры путем химического отщепления от полимерных молекул каких-либо простых низкомолекулярных соединений, например воды, хлористого водорода и т. п. Именно при этом полимер и приобретает ряд совершенно новых свойств, таких, как электропроводность.

Полимеры-проводники уже нашли применение в самолетостроении: ими покрывают наружную поверхность скоростных самолетов для предотвращения накопления электрических зарядов. Уже созданы пластмассовые магниты, которые не уступают по качеству стальным. Они изготовляются из специально обработанной виниловой пластмассы. Новые магниты можно делать любой длины, самой разнообразной формы и изгибать как угодно.

■

ПОЗНАКОМЬТЕСЬ С КРЕМНИЙОРГАНИКОЙ

На грани двух миров

...Под проливным дождем в легком летнем костюме стоит человек. Присмотритесь: костюм совершенно сухой. Это одно из чудес волшебницы-химии — обычная ткань обработана кремнийорганическими веществами. При этом она стала не только водоотталкивающей. Улучшились и другие качества ткани, например повысилась прочность. Причем кремнийорганическая пропитка совсем не уменьшает воздухопроницаемости тканей в отличие, скажем, от прорезиненной.

Гидрофобные (водоотталкивающие) свойства кремнийорганических полимеров находят множество применений. Очень тонкие, невидимые для глаз кремнийорганические пленки могут надежно защищать от воды бумагу и камень, штукатурку и ткани, керамику и металл.

Кремнийорганические полимеры стоят на грани двух химических миров — органического и неорганического. Молекулярные цепи кремнийорганических полимеров построены из атомов кремния и кислорода, с атомами кремния в свою очередь связаны атомы углерода и водорода. Полимеры с такой основой нелегко разрушить нагреванием.

Еще недавно средний срок службы от ремонта до ремонта двигателя угольного комбайна не превышал полугода — отказывала изоляция. По этой причине выходит из строя до 70% электродвигателей. На помощь пришли кремнийорганические полимеры, и жизнь подземных двигателей была продлена до 2—3 лет. Надо ли говорить о том, что́ это дает нашему государству! Изоляция из кремнийорганических полимеров позволяет двигателям работать при 180°. Электродвигатели с такой изоляцией служат на врубовых машинах и угольных комбайнах в 5—7 раз дольше.

Электрические двигатели, работающие под землей, получают энергию от специальных подстанций с масляными трансформаторами. По соображениям противопожарной безопасности трансформаторы помещают в особые бетонные или кирпичные камеры. Но такая камера служит недолго. По мере продвижения фронта работ трансформатор переносится ближе к забою. Строительство каждой такой камеры стоит недешево — около 5 тыс. руб. Если же применить кремнийорганику, необходимость в бетонной защите подземных трансформаторов отпадает. Подвижные трансформаторы с новой защитой — это более 10 млн. руб. экономии в масштабах нашей страны!

А вот еще одно применение кремнийорганики. Перед нами стеклянная банка, готовая принять компот, джем или фруктовый сок. Она вполне годная. Однако на ее поверхности много не видимых глазом мелких трещин. Это угроза банке. Стоит ей побывать при температуре ниже нуля, как замерзшая вода, попавшая раньше в трещинки, увеличивает их. Теперь банка может уже легко треснуть. Ученые и здесь вспомнили о кремнийорганике. Опыты показали: обработка стеклянной тары кремнийорганической жидкостью предотвращает растрескивание. Как вы думаете, сколько может это сберечь государству средств? В одной консервной промышленности около 1 млн. руб.!

Хочется вспомнить еще одно полезное качество кремнийорганических жидких полимеров — их способность уничтожать пену. Для чего это нужно? Вот примеры. Быстро вращающиеся части механизма перегрелись, смазочное масло закипело, и пена не дает смазке проникнуть к трущимся частям. Здесь пена — враг. Вредит пена в производстве антибиотиков, сахара, дрожжей, сгущенного молока, искусственного каучука. В котел на 100 *л* сахарного раствора достаточно ввести всего 1 *г* кремнийорганической жидкости — и пены не будет.

Ни мороз не страшен, ни жара

Жидкие кремнийорганические вещества не замерзают даже при 60—70° мороза! Кто не знает, как трудно подчас запустить на морозе двигатель внутреннего сгорания. Смазочное машинное масло при низкой температуре становится густым, а это сильно затрудняет смазку мотора. На помощь приходят кремнийорганические смазки. При охлаждении они почти не изменяют свои свойства.

Обычные лаки, как правило, огнеопасны. Известен трагический случай, когда в США сгорел целый пассажирский поезд, вагоны которого были покрыты целлюлозным лаком. Пожар так быстро охватил состав, что многие пассажиры не успели выскочить из вагонов.

Кремнийорганические лаки способны выдержать многократное нагревание до очень вы-

соких температур. Некоторые из них, превращаясь в прочную пленку, способны выдерживать температуру до 1800°.

Неорганические полимеры на основе этилсиликата без труда выдерживают соприкосновение с расплавленным металлом. Использование их открыло путь новой прогрессивной технологии точного литья — прецизионному методу. Этот метод значительно сокращает время механической обработки изделий, экономит металл. Тонна литья мелких деталей позволяет экономить до 2 *т* металлического проката, который был бы превращен в стружку при изготовлении деталей на механических станках.

В последнее время созданы и такие полимеры, в молекулу которых введены вместе с углеродом и кремнием еще и металлы. Например, в молекулярной цепочке находятся звенья: кремний — кислород — алюминий, кремний — кислород — титан, кремний — кислород — бор. Полиорганометаллсилоксаны — таким мудреным словом названы новые полимеры, — несомненно, найдут немало приложений в нашей жизни.

■

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ СК

Биография синтетического каучука

Нам трудно представить современную жизнь без резины, без каучука. Мы носим прорезиненные плащи и резиновые галоши, пользуемся резиновыми шлангами и прокладками, резиновыми лодками и прорезиненными водолазными костюмами. Без каучука не могут существовать автомобильный транспорт, авиация, электротехника, машиностроение. Каучук — это шины, изоляция проводов, баллоны аэростатов, тысячи других незаменимых деталей машин, вещей. 250 *кг* каучука расходуется при изготовлении каждого автомобиля. Около 600 *кг* его уходит в среднем на один самолет. Не менее 40 тыс. различных предметов изготовляется в современном мире из каучука.

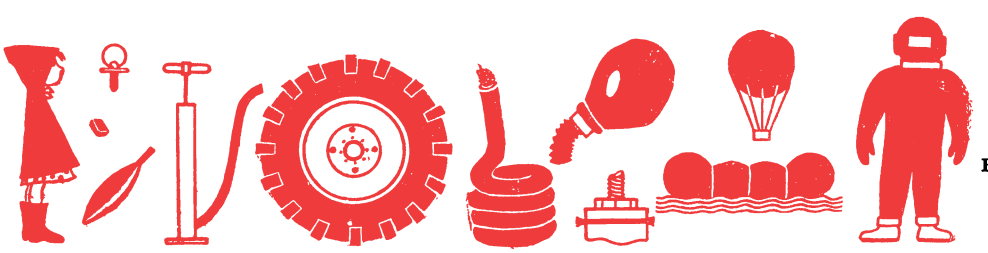
Причина столь широкого применения резиновых изделий кроется в их замечательных свойствах. Резина непроницаема не только для воды, но и для газов. Это позволяет изготовлять из нее камеры, баллоны, шланги, защитные костюмы и маски, необходимые на многих производствах. Она очень прочна и гибка. Вы можете десятки и сотни тысяч раз согнуть и разогнуть пластинку из резины или перекрутить ее — она не разрушится.

А между тем «возраст» этого материала совсем небольшой, если сравнивать его, скажем, с железом. Этот природный полимер был открыт европейцами в Южной Америке. «Каа-учу» — «слезы дерева» — так называли его исконные жители Америки — индейцы.

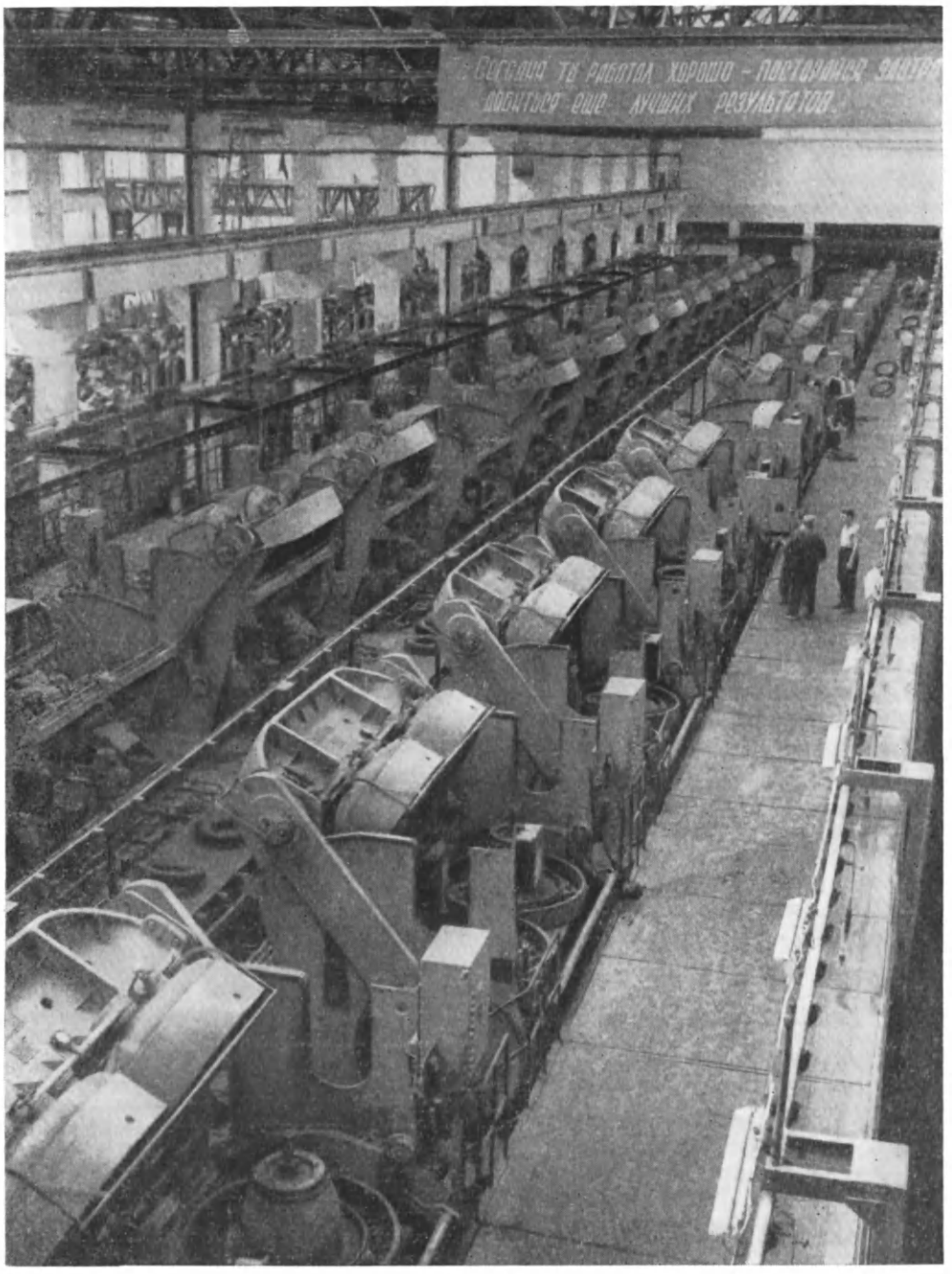
И это действительно как бы слезы тропического дерева — бразильской гевеи. Если на ее коре сделать глубокий надрез, то из него начнет выделяться по каплям жидкость, внешне напоминающая молоко,— латекс. При нагревании она превращается в темную тяжелую и упругую массу.

Привезенный в Европу каучук еще долго не находил применения. Образцы его показывали в музеях как диковинку. Первый крупный шаг был сделан в начале прошлого века предприимчивым шотландским химиком Макинтошем, который разработал способ пропитки тканей каучуком. Изготовленные из такой ткани непромокаемые плащи скоро получили распространение под названием макинтошей.

Большое значение имело открытие Гудьи-



Все это сделано из синтетического каучука.



Цех вулканизации шинного завода.

ром и Генкоком (1839) способа вулканизации каучука, т. е. получения резины.

Уже в начале XX в. все увеличивающийся спрос на каучуковые изделия поставил перед учеными задачу создания каучука искусственным путем. И меньше всего могла мириться с зависимостью от импорта тропического каучука наша страна. В 1926 г. Высший совет народного хозяйства СССР объявил международный конкурс на лучший промышленный способ получения синтетического каучука. В нем могли участвовать ученые всех стран. Основные условия:

искусственный каучук должен быть высококачественным, дешевым и изготовляться из отечественного сырья.

Победу на этом конкурсе одержала советская наука. Решением жюри были приняты два способа; их авторы — наши ученые С. В. Лебедев и Б. В. Бызов. По методу академика С. В. Лебедева синтетический каучук получают из этилового (винного) спирта, а по методу Б. В. Бызова — из нефти. Уже в 1931—1932 гг. в нашей стране впервые в мире были построены и пущены в ход мощные заводы синтетического каучука. Была решена сложнейшая научно-техническая проблема. Только через 5—6 лет такие заводы начали строить в Германии, а в годы второй мировой войны — в США.

Производство синтетического каучука (СК) сразу же дало огромную экономию труда. Чтобы получить 1 тыс. *т* натурального каучука, нужно обработать около 3 млн. каучуконосных деревьев и затратить на это труд 5 тыс. человек в течение года. То же количество синтетического каучука требует труда в течение года всего нескольких человек.

Синтез каучука позволил также изменять и улучшать качество этого материала. Как ни хорош природный каучук, но в ряде случаев он уже не может удовлетворить современную технику. Изделия из натурального каучука боятся масла и бензина; находясь долгое время под прямыми солнечными лучами, природный каучук теряет эластичность, становится хрупким, плохо переносит сильное нагревание и охлаждение; изготовленная из него резина при нагревании до 200° превращается в липкую массу, теряет упругость, а при сильном морозе становится ломкой. Взяв в свои руки создание каучука, химики стали исправлять природу.

Успехи СК

Синтетический каучук делают теперь из древесины, картофеля, нефти, природных газов, из угля и извести.

В нашей стране выпускается уже более 20 типов синтетического каучука, и многие из них служат в определенных условиях гораздо лучше натурального каучука.

Как осуществляется этот процесс в промышленных условиях?

Прежде всего из какого-либо сырья — древесины, нефтяных газов, картофеля — получают этиловый (винный) спирт-сырец. На заводе синтетического каучука он поступает в спиртоиспаритель, где нагревается до температуры кипения. Отсюда пары спирта идут в стальные «реторты», заполненные катализатором. «Реторты» помещаются в печах, температура которых превышает 1000°. Под действием высокой температуры и с помощью катализатора пары спирта претерпевают сложные химические превращения. Образуется так называемый контактный газ. Он состоит из смеси различных газов. Один из них, бутадиен,— исходный мономер для получения синтетического каучука.

Кроме бутадиена, для синтеза каучука теперь применяют и многие другие мономеры — изобутилен, хлоропрен, стирол и т. д. Процесс полимеризации на заводах СК протекает в больших закрытых резервуарах, оснащенных разнообразными приборами, которые следят за ходом реакции полимеризации.

Природный каучук боится кислот и щелочей. А вот СК под названием полиизобутилен успешно противостоит действию сильных кислот и щелочей. Он получается полимеризацией мономера изобутилена, продукта газов нефтяного

ПЛАСТМАССА ИЗ КАЗЕИНА

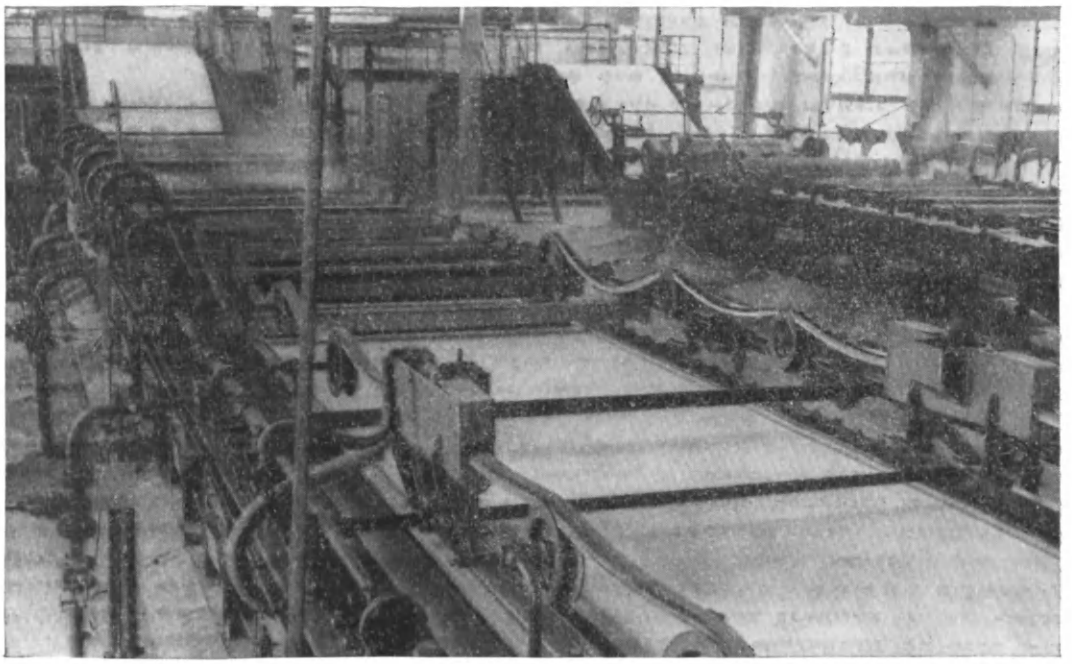
Одну весовую часть хлопка или тщательно размельченной ваты смешайте с 2 весовыми частями мелко просеянной извести или цемента. Затем этот состав замесите на растворе казеина в щелочи, нашатырном спирте или растворе буры, прибавляя, пока не получится тестообразная масса. Если в эту массу добавить несколько капель формалина, готовое изделие будет частично водонепроницаемым.

ПЛАСТМАССА ИЗ ПРЕСС-ПОРОШКА

Для многих изделий с успехом применяются пресс-порошки и растворитель АКР-7, которые используются обычно в зубопротезном деле. Их можно купить в аптеках.

Сначала изготовьте из воска модель детали, затем погрузите ее в тестообразную гипсовую массу и держите там до затвердевания гипса. Но до окончательного затвердевания надо проделать в форме отверстия, через которые (нагревая форму) можно будет удалить воск.

Приготовив из пресс-порошка и растворителя сметанообразную массу и дав ей выстояться 2—3 минуты, наполните форму (через те же отверстия). Когда форма будет плотно набита, отверстия прикройте широкой металлической пластинкой (во весь кусок гипса), зажмите в ручные тиски и погрузите на 10—15 минут в кипящую воду. После того как форма остынет, разбейте ее и извлеките готовую деталь.



В цехе готовой продукции завода синтетического каучука. Здесь на лентоотливочных машинах завершается процесс изготовления синтетического каучука.

происхождения. По своим свойствам полиизобутилен стоит как бы между мягкими, эластичными каучуками и пластмассами. Теперь он находит широкое применение в химической промышленности: резиной, изготовленной на основе полиизобутилена, защищают внутреннюю поверхность различных аппаратов, рукавов, труб. Кроме того, этот СК не стареет, т. е. не изменяется со временем, чего нельзя сказать о природном каучуке.

Для изготовления электрических кабелей, защитной одежды, оболочек аэростатов, различных маслостойких изделий применяют хлоропреновый каучук (сырьем для него служат ацетилен и хлористый водород). Он не горит и имеет большую эластичность. Тонна его экономит в электротехнической промышленности до 6 *т* ценного металла — свинца.

У натурального каучука есть одно очень важное качество — высокая эластичность. Немало пришлось потрудиться химикам, чтобы добиться такой же эластичности у СК. Изопреновый каучук (СКИ-3) по своей эластичности очень похож на натуральный. Сырьем для него служат дешевые газы нефтепереработки.

Как известно, больше всего каучука идет на изготовление различных шин. Увеличение срока их службы имеет большое общегосударственное значение. Если мы повысим его только на 10%, то народное хозяйство получит 5 млн. руб. экономии на каждом миллионе выпускаемых шин.

Шины из изопренового каучука служат почти тот же срок, что и из натурального. Но химиками создан более совершенный материал для шин — полиуретан, новый СК. По своей износостойкости он превосходит натуральный каучук! Шины из полиуретанового каучука будут служить так же долго, как и сама машина до ее ремонта. Исходное сырье для этого замечательного СК — те же нефтяные газы и каменный уголь. Из нефтяных газов синтезируют эфиры, а из угля — изоцианаты. При взаимодействии этих двух веществ и получают уретановые синтетические каучуки.

Газонепроницаемость — столь же важное свойство каучуков, как и их эластичность. В этом отношении особенно хорош бутилкаучук. Резины из него отличаются газонепроницаемостью более высокой, чем у природного каучука.

Вот еще одна разновидность СК — маслонаполненный каучук, обладающий высокой прочностью. Резина из него мягкая, с гладкой поверхностью. Изделия из этого каучука

служат на 15—20% дольше других. На прядильных фабриках в качестве покрытия валиков вытяжных приборов с давних пор применяли кожу и фетр. Сейчас на смену пришла синтетическая маслостойкая резина. Новое покрытие в 5—6 раз долговечнее и к тому же значительно уменьшает число обрывов нити. Подсчитано, что, если новое покрытие внедрить на всех текстильных производствах страны, оно даст за год не менее 15—20 млн. руб. экономии.

Одно из требований современной техники — создание жароустойчивых каучуков. У нас уже есть материалы из синтетического каучука, которые надежно работают при температуре 250—300°. Но этого недостаточно. Развитие скоростной авиации и ракетостроения требует таких эластичных материалов, которые могли бы надежно работать продолжительное время при высоких температурах: 500° и выше. Большое будущее здесь, несомненно, принадлежит силиконам — каучукоподобным материалам, из которых можно создавать резиновые изделия, отличающиеся устойчивостью как к высокой, так и к низкой температуре. В основе их — кремнийорганические вещества. Исходное сырье для этого СК — кремниевая кислота, ее соединения и нефтяные газы.

Исследования показали, что силиконовая резина обладает очень высокими стерильными качествами. На ней не приживаются грибки, на нее не оказывают никакого действия жиры. Ее используют сейчас в трубках для взятия желудочного сока, для переливания крови.

Необычен по своей структуре и свойствам так называемый циклокаучук, созданный нашими учеными. В этом полимерном материале длинные линейные молекулы превращены в циклические; они состоят из колец, соединенных линейными участками. По своему внешнему виду циклокаучук напоминает янтарь. На основе этого нового полимера получены быстро сохнущие краски для цветной печати. Если раньше краска закреплялась на бумаге за 18—24 часа, то теперь на это уходит всего несколько минут. Циклокаучук применяется также для изготовления антикоррозионных покрытий.

Еще не так давно бóльшую часть синтетического каучука получали у нас из спирта, а тот добывали из пищевого сырья — в первую очередь из картофеля и зерна. Решением партии предусмотрен переход промышленности СК целиком на непищевое сырье, главным образом на продукты нефтепереработки и природные газы, а также на спирт, получаемый из древесины. Какое это имеет значение? Для получения 1 *т* этилового спирта требуется не менее 4 *т* зерна или 10 *т* картофеля. При этом необходимо затратить 160—200 человеко-дней. Но такой же спирт можно получить из нефтяных газов. Себестоимость его вдвое меньше, на производство 1 *т* затрачивается всего 10 человеко-дней.

ПЛАСТМАССОВЫЙ ДОМ

Этот пятиэтажный дом стоит в новом квартале Тимирязевского района советской столицы, среди обычных зданий. У него яркая окраска — небесного цвета фасад, серебристые переплеты больших окон, палевые торцы.

Дом сделан из пластмасс. И мебель в нем тоже из пластмасс. Вот, пожалуйста, шкафы для одежды, для книг, вот буфет. Когда весной 1963 г. жильцы въехали в свои квартиры, им не пришлось ввозить много мебели.

Мебель здесь встроена в стены, вернее, в подвижные стенные блоки, и поэтому планировка трехкомнатной квартиры необычная. По желанию жильцов стенные блоки вместе с мебелью можно передвигать, изменять размеры комнат.

Архитекторы, проектировавшие этот пластмассовый дом в Москве, сейчас готовят новый проект. Это будет уже дом в 12 этажей. Огромное здание из пластических масс, с балконами и лоджиями (крытыми балконами), с полами из линолеума на теплой подкладке, с окнами от потолка до пола.

ЕГО НАЗВАЛИ СИТАЛЛ

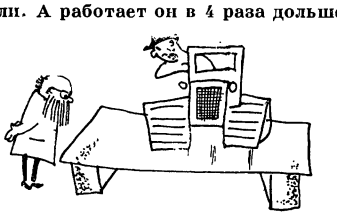
— Бросайте! — говорит инженер.

Железный шар падает с высоты на стеклянный лист. Но стекло не бьется, и шар отлетает в сторону.

Такое чудесное стекло создано в одной из лабораторий Московского института стекла. Новое стекло легче алюминия. Оно специальным способом кристаллизовано. Вот эта кристаллизация и сделала его тверже стали. Новое стекло испытано высокой температурой — до 1500°. Не боится разрушительных действий химических веществ. Его прочность на сжатие и изгиб в несколько раз превосходит прочность легированной стали.

Новое стекло назвали звонким словом — ситалл. Ситалл заменит многие прочные строительные материалы. Из него можно делать газовые турбины, двигатели внутреннего сгорания, автомобильные кузова, шахтные вагонетки, подшипники, трубопроводы и многое другое. И эти изделия выносливее и выгоднее сделанных из дорогих материалов.

Радиодеталь из ситалла вдвое дешевле керамической. Наконечник гидромонитора из ситалла стоит в 10 раз меньше, чем из нержавеющей стали. А работает он в 4 раза дольше.



НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ ИОНИТОВ

Что это значит — иониты?

Многолик мир синтетических смол. И, пожалуй, одни из самых удивительных среди них ионообменные смолы, или иониты. Эти смолы обладают редкой способностью: активно вступая в химическое взаимодействие с различными веществами, они быстро и тщательно очищают от них растворы. Применяются иониты, например, для очистки воды, поступающей в водопроводную сеть многих городов.

Пропуская через иониты морскую воду или другой раствор, их можно освободить от растворенных солей, т. е. сделать то, что с помощью обычных фильтров сделать невозможно.

Синтетические иониты не растворяются ни в кислотах, ни в щелочах; через них можно фильтровать растворы, имеющие температуру около 100°. Они делятся на две основные группы. Иониты одной группы взаимодействуют с ионами, заряженными положительным электричеством (катионами), — это катиониты. Другие, взаимодействующие с анионами, называются анионитами.

От обычных синтетических смол иониты отличаются тем, что они обладают свойствами кислот и щелочей. У катионитов — кислотные свойства, у анионитов — щелочные.

Как получают такие смолы? Вот один пример. Карболовую кислоту (фенол) обрабатывают серной кислотой. Затем полученное вещество — фенолсульфокислоту — превращают при помощи формалина в высокополимерную синтетическую смолу, которая не растворяется ни в щелочах, ни в кислотах и в то же время обладает свойствами кислоты. Такие иониты выпускаются нашей промышленностью под марками КУ-1 и МСД.

Как действуют иониты?

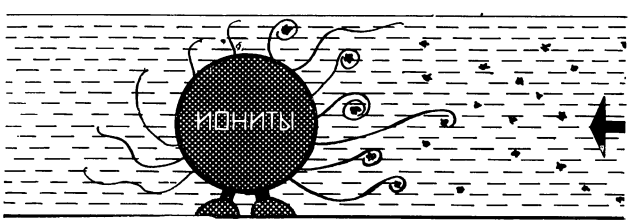
Известно, что молекулы многих веществ в воде распадаются на отдельные атомы или группы атомов, несущие электрические заряды (электрическая диссоциация). Такие микрочастицы называются ионами. Это атомы, потерявшие или, наоборот, присоединившие к себе лишние электроны. А поскольку ионы несут электрические заряды, ими можно управлять.

Серебро и золото из... воды

Иониты уже «трудятся» в самых различных областях народного хозяйства. Исключительно полезными помощниками они оказались, например, на сахарных заводах. По ходу производства здесь необходимо тщательно очищать от нежелательных примесей свекловичный сок. Старый способ очистки сока сравнительно сложен и, главное, связан с большими потерями сахара. Применили иониты, и на том же оборудовании выход продукции повысился сразу на 8—10%.

С замечательной добросовестностью «вылавливают» иониты серебро, уходящее вместе с промывными водами с копировальных фабрик, из фотолабораторий, рентгеновских кабинетов. Пропустить все эти «серебряные реки» через иониты — все равно, что открыть новое крупное месторождение этого ценного металла.

С такой же добросовестностью иониты «выуживают» из растворов примеси золота, меди и многих других ценных металлов.



Ионитная «удочка».

Очистка паровых котлов от накипи — дело трудоемкое и обходится государству недешево. Пропущенная через ионитовые фильтры вода становится настолько «мягкой», что котел может работать во много раз дольше.

Нельзя забывать и другого. Обеспечивая высокую степень очистки различных материалов, иониты позволяют совершенствовать многие производственные процессы, способствуют прогрессу во многих отраслях хозяйства.

В машиностроении и теплоэнергетике, гидрометаллургии, радиотехнике, пищевой промышленности — всюду теперь несут полезную службу иониты. Будущее их, несомненно, большое. Ведь семейство этих чудесных полимеров все растет. Новые иониты находят новые применения. Некоторые подсчеты показывают, что широкое внедрение ионообменных смол сулит нам ежегодно экономию не менее чем в 150 млн. руб.

Ученые поговаривают даже о том, что в будущем иониты будут извлекать золото из морской воды! И это будет экономически выгодно.

КЛЕИ

Столярный клей используется для склеивания дерева, картона, бумаги, ткани и т. п. Разбейте на куски плитку столярного клея, положите в клееварку и залейте холодной водой так, чтобы она только слегка покрывала клей. Когда клей набухнет (через 10—12 часов), поставьте клееварку на огонь и держите до тех пор, пока клей не растворится. Клей употребляют еще горячим.

Клеевая паста применяется в теплом виде для склеивания дерева с металлом, стеклом, камнем и т. п. В уже готовый горячий столярный клей добавьте мелко просеянной древесной золы, чтобы получилась густая паста.

Переплетный клей. К растопленному столярному клею прилейте глицерин (1 весовая часть глицерина на 20 весовых частей клея).

Синдетикон имеет следующий состав: 120 *г* сахару, 30 *г* гашеной извести, 120 *г* столярного клея и 400 *см*³ воды. А изготовлять его надо так: сначала растворить сахар, затем примешать известь и нагревать, помешивая, в течение часа. Прозрачный раствор слейте и добавьте в него кусочки столярного клея. Когда клей набухнет, его варят, как обычно, пока клей полностью не растворится. Сложность изготовления вполне оправдана: синдетикон — универсальный клей.

Незастывающий клей всегда готов к употреблению. Намочите кусочки столярного клея в водном растворе буры (чайная ложка буры на полстакана воды). Когда клей набухнет, слейте излишек жидкости и расплавьте в клееварке. В готовый, но уже начавший застывать клей прибавьте каплями уксусную эссенцию, все время помешивая. Если при охлаждении клей будет все же застывать, добавьте еще несколько капель эссенции. Готовый клей храните в пузырьке с хорошей пробкой.

Водоупорный клей (в засохшем виде) не растворяется даже в горячей воде. Чтобы получить его, добавьте в уже готовый горячий столярный клей натуральную олифу или льняное масло (1 часть олифы или масла на 4 части клея). А когда надо этот клей растворить, добавьте в воду двухромовокислого калия.

Клей для папье-маше (клейстер). Возьмите 2 весовые части крахмала, 0,2 части квасцов и 1 часть пшеничной или ржаной муки. Смесь тщательно перемешайте, разведите водой и варите до тех пор, пока не получится масса средней густоты. Если детали должны быть более прочными, то в приготовленный обычным путем горячий столярный клей прибавляют при помешивании сухую муку.

Декстриновый клей употребляется в основном для бумаги. Приготовляют его так: 10 *г* декстрина тщательно разводят в 25—30 *см*³ холодной воды. Можно еще добавить 2 *г* сахару. А декстрин можно купить в магазине или приготовить самому. Для этого подогрейте сухой картофельный крахмал на железном листе до 400°. Полученные коричневые, полупрозрачные комки разотрите в порошок. Хранить его надо в пузырьках с пробкой.

Гуммиарабик — лучший клей для бумаги. Настоящий гуммиарабик делают из камеди — смолы, которую выделяют некоторые тропические растения. Однако вполне удовлетворительный клей можно получить, используя смолу вишни, сливы, абрикоса, белой акации. Собранные кусочки этой смолы нужно очистить от примесей, высушить и растереть в порошок, который следует хранить в закрытом пузырьке. Когда вам понадобится клей, насыпьте порошок в теплую воду. Через несколько часов он растворится, и клей готов.

Казеиновый клей употребляется как при склеивании материалов, для которых обычно используется столярный клей, так и при склеивании фаянса, пластмассы и т. п. Казеиновый клей более влагоустойчив, чем столярный. Продается казеин обычно в виде порошка.

Девять частей казеина и 1 часть буры замешайте в 2 частях воды до состояния теста, затем прибавьте еще 2 части воды. Клей годен к употреблению в течение 2—3 часов; затем он затвердевает. А если вам нужен водоупорный казеиновый клей, то в готовый клей добавьте несколько капель формалина или раствора алюминиевых квасцов.

Нитроклей хорошо соединяет самые разнообразные материалы: дерево, кожу, ткани, пластмассу и т. д. Клей быстро сохнет и совершенно не боится влаги.

Негодную кинопленку отмойте в горячей воде от эмульсии, нарежьте на мелкие кусочки, залейте их в пузырьке ацетоном — на 1 часть целлулоида 2—3 части ацетона или другого растворителя. Ждите, пока пленка полностью растворится.

Клей для органического стекла. Мелкие опилки органического стекла опустите в пузырек и залейте техническим дихлорэтаном, ледяной уксусной кислотой или, в крайнем случае, растворителем, составленным из равных частей ацетона и этилацетата. Затем держите пузырек несколько дней в теплом месте, пока органическое стекло растворится. Если в качестве растворителя использована смесь ацетона и этилацетата, органическое стекло растворяется не полностью. Однако полученным раствором все же можно клеить. Органическое стекло перед склеиванием нагревают до 40°.

Клей для фаянса и фарфора. Смешайте равные части извести и яичного белка. Полученным составом смажьте кромки соединяемых частей и прижмите их друг к другу.

Резиновый клей. В пузырек с чистым бензином положите мелко нарезанные кусочки каучука. Затем пузырек закройте, поставьте на несколько дней в теплое место и время от времени взбалтывайте. Когда каучук растворится, клей готов.

КСИЛОЛИТ

Ксилолит приготовляют из древесных опилок, мела, краски и клея. Делают это так: 1000 *г* просеянных мелких древесных опилок смешайте с 300 *г* мела и 100 *г* минеральной краски желаемого цвета. Затем приготовьте раствор 100—200 *г* столярного клея и 30—50 *г* квасцов в 500 *см*³. Подогрев раствор, замесите на нем смесь в крутое тесто.

Готовое тесто вдавливайте в подготовленную форму, сделанную из дерева, гипса или глины. Форму перед заполнением ее тестом смажьте раствором парафина в керосине или машинным маслом. После остывания и частичного подсыхания выньте изделие из формы и просушите в сухом и прохладном месте.

Ксилолит можно сделать водостойким, если в тесто добавить негашеной извести или прокипятить готовое изделие в смеси олифы с канифолью. Предметы из ксилолита обрабатываются теми же инструментами, что и дерево.

ХИМИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА

Рубашка растет в лесу

На одной из наших выставок полимерных материалов можно было видеть такую картину: на едва заметной нити висела пудовая гиря. Это было синтетическое волокно из полиамидной смолы.

Химические волокна, которые «прядут» на заводах, делятся на искусственные и синтетические. Искусственное волокно состоит из тех же молекул, что и исходный материал. Так, искусственный вискозный шелк «построен» из длинных нитевидных молекул целлюлозы. Из таких же молекул состоит и древесина, из которой получают искусственный шелк. При превращении древесины в искусственный шелк молекулы целлюлозы лишь меняют свое расположение (а иногда и химические свойства), образуя волокно, годное для текстильной переработки.

Иначе создается синтетическое волокно. Его нитевидные молекулы строятся заново — из более простых веществ. Сырьем для такого волокна служат уголь, нефть, природные и попутные нефтяные газы, отходы сельского хозяйства. При производстве синтетического волокна отдельные атомы превращаются сначала в небольшие молекулы, например атомы углерода и водорода в молекулы газа ацетилена, а затем небольшие молекулы ацетилена объединяются в большие молекулы, состоящие из многих тысяч атомов,— молекулы синтетического волокна.

...Мы в цехе химического комбината, где создается синтетическое волокно.

Прежде чем приступить к «прядению» химических волокон, приготовляют прядильную массу. Это раствор либо расплав в виде вязкой и тягучей массы. Растворителем служат щелочь, ацетон и некоторые другие вещества, способные растворять исходное сырье — синтетическую смолу. А полимер, из которого готовят прядильный расплав, обычно нагревают до 220—280°.

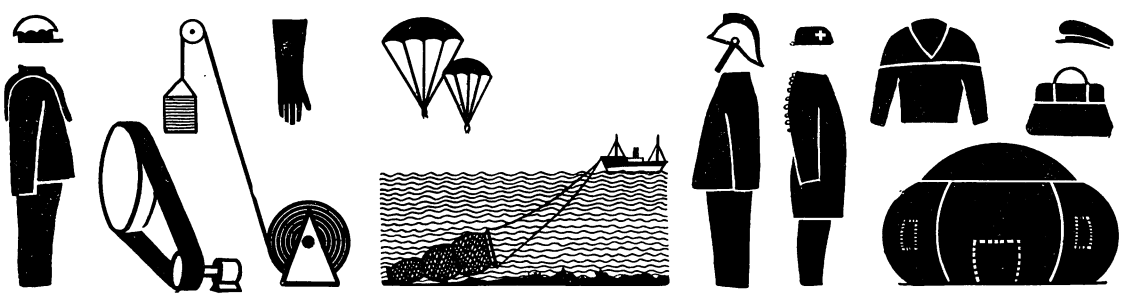
Полученную прядильную массу очень тщательно очищают, обращая особое внимание на то, чтобы удалить из нее все пузырьки воздуха. Иначе нити волокон будут часто обрываться.

Первое искусственное волокно было создано еще в прошлом веке. Это был искусственный шелк. Многие шелковые изделия, которые мы сейчас носим, «выросли» в лесу. Древесина многолетних и однолетних растений содержит целлюлозу (клетчатку), которая и служит исходным сырьем для производства искусственного волокна.

Получение целлюлозы из дерева основано на ее устойчивости к действию различных жидкостей: в них она только набухает, а не растворяется. Измельченную древесину (щепу) обрабатывают в котлах при высокой температуре под давлением в различных щелочах, в которых растворяются все части древесины, кроме целлюлозы.

Полученная таким путем целлюлозная масса годится для производства бумаги или картона. Но волокна для искусственного шелка делать из нее еще нельзя. Требуется дальнейшая химическая обработка, после которой ее растворяют и пропускают через фильеру. Под действием теплого воздуха растворитель испаряется, и непрерывно текущие струйки целлюлозы превращаются в тонкие длинные нити искусственного шелка (см. ст. «От волокна до ткани»).

Известно несколько способов получения искусственного шелка: вискозный, ацетатный, медноаммиачный,— в зависимости от того, какими химическими веществами обрабатывается целлюлоза. Для получения вискозного шелка ее обрабатывают едким натром и сероуглеродом, а ацетатного — уксусной



«Семейство» изделий из химических волокон.

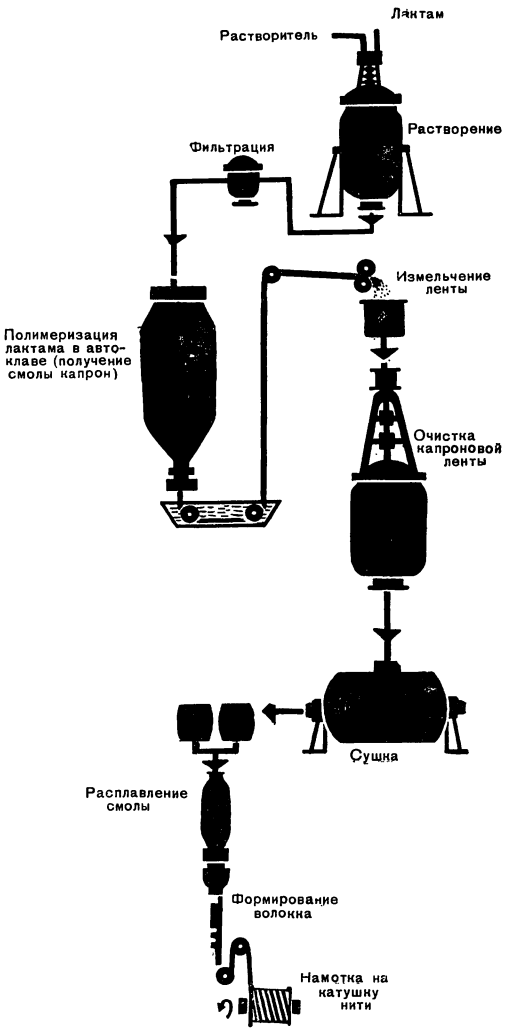


Схема производства капронового волокна.

кислотой. В первом случае целлюлоза становится растворимой в воде, во втором — в ацетоне.

Промышленное производство синтетических волокон развивается исключительно быстро: за десять лет, с 1946 по 1956 г., мировое производство синтетических волокон увеличилось более чем в 120 раз. Создано уже около трех десятков различных видов синтетических волокон.

Всем известен ветеран этого семейства — капроновое волокно. Его получают из каменного угля и нефти. Как осуществляется такое превращение? Из продукта перегонки каменного угля — фенола вырабатывают вещество капролактам. Оно-то и служит сырьем для получения синтетической смолы капрон. В специальных аппаратах капролактам подвергается полимеризации. Его молекулы «сшиваются» в длинные цепочки, образуя большие молекулы капрона — роговидного белого с желтоватым оттенком вещества. Из него и «прядут» волокно.

Этот синтетический материал получил уже широкое признание в технике. Из капронового волокна делают морские канаты, которые по прочности превосходят стальные тросы. Из него изготовляют парашюты и долговечные рыболовные сети, которые не гниют и не требуют сушки, устойчивы к действию микробов.

Позднее были созданы новые искусственные и синтетические волокна, обладающие ценными качествами. Известно, например, волокно энант, близкое по свойствам к капрону. Оно прочнее и дешевле естественного волокна.

Волокно анид (зарубежное название — нейлон), которое получают из смолы того же названия, родственно капрону, но более прочно и эластично. Из анида изготовляют исключительно прочные ленты для тяжелых конвейеров в горнорудной промышленности, тонкую бумагу, которую почти невозможно разорвать руками. На эту бумагу не действуют влага, лучи солнечного света, микроорганизмы и другие разрушители обычной бумаги. Ее можно применять для печатания важных документов, подлежащих вечному хранению.

Все эти три вида синтетических волокон — капрон, энант и анид — относятся к группе синтетических. Сырьем для них служат полиамидные смолы (к ним относится и капролактам), получаемые путем химической переработки фенола, бензола или циклогексана, выделяющихся при перегонке нефти или каменного угля. Получают полиамидные смолы и из другого сырья, например из касторового масла, из фурфурола и ацетилена.

Легче воздуха

Лавсан (английское название — терилен) — так называют один из наиболее эффективных современных тканых синтетических материалов. Он вырабатывается из полиэфирной смолы — продукта переработки нефти. Лавсановое волокно весьма устойчиво к высоким температурам и различным химическим веществам. Оно не проводит электрического тока, что очень важно для технического применения лавсана.

Большое будущее у синтетического волокна нитрона (в США его называют орлоном). Изделия из него необычайно прочны. Они выдер-

живают высокую температуру, не боятся моли и плесени.

О прочности синтетических волокон говорит такое сравнение: нить синтетических волокон капрона, лавсана, анида сечением в 1 *мм*^{2} выдерживает нагрузку от 45 до 80 *кг* , а медная проволока того же сечения может выдержать только 38 *кг*.

Еще более прочны волокна фторлона: их получают из этилена, в молекулах которого атомы водорода заменены фтором. Это волокно исключительно стойко к воздействию самых различных химических веществ. Пролежав два месяца в крепкой азотной кислоте, которая сильно разрушает органические соединения, фторлон не изменил своих свойств.

Существуют синтетические волокна, которые совершенно не поглощают влаги. Это очень хорошие изоляторы для электрических проводов.

На морских дорогах в последние годы появились «баржи» из синтетической нейлоновой ткани (наружная обшивка) и каучука (внутренняя обшивка). Размеры таких барж-мешков могут быть очень большими. В них перевозят нефтяные продукты. После выгрузки пустую оболочку можно намотать на катушку и отправить на хранение.

Химиками получены волокна, которые сочетают необыкновенно высокую способность тепловой и звуковой изоляции с непревзойденной легкостью. Эти волокна пористые: при производстве вискозного шелка, например, внутри волокон создают химическим путем мельчайшие каналы. Заполненные воздухом, они придают ткани исключительную легкость — в 30 раз меньше удельного веса воды.

А если вместо воздуха мы введем в волокна очень легкий газ гелий, то такое волокно будет легче воздуха!

Сказочные возможности химии подтверждают также лечебные ткани. Например, ткань из хлорина лечит ревматизм, радикулит, подагру. Секрет этой столь необыкновенной, но уже широко известной ткани заключается в том, что при носке хлоринового белья в нем от трения постоянно возникают небольшие электрические заряды, которые благоприятно воздействуют на больной организм.

А вот новое достижение химиков в этой области. В Ленинградском институте текстильной и легкой промышленности созданы образцы пряжи и трикотажа из волокна, которое убивает болезнетворных микробов! Созданы три новых полимера: летилан, биолан и иодин; каждый из них активно борется с разными бактериями. Нетрудно представить себе, где может применяться такая ткань: из нее можно шить белье в детских садах и больницах, делать фильтры, дезинфицирующие воду и воздух в помещениях, и т. д.

Таковы химические волокна. Производство их очень выгодно и может расти неограниченно. О недостатке сырья для них — древесины, нефтяных газов, угля, отходов сельскохозяйственного производства — говорить не приходится. Только один завод по производству синтетического волокна (нитрона, лавсана и др.) дает в течение года столько продукции, что она заменяет шерсть от 15 —18 млн. овец.

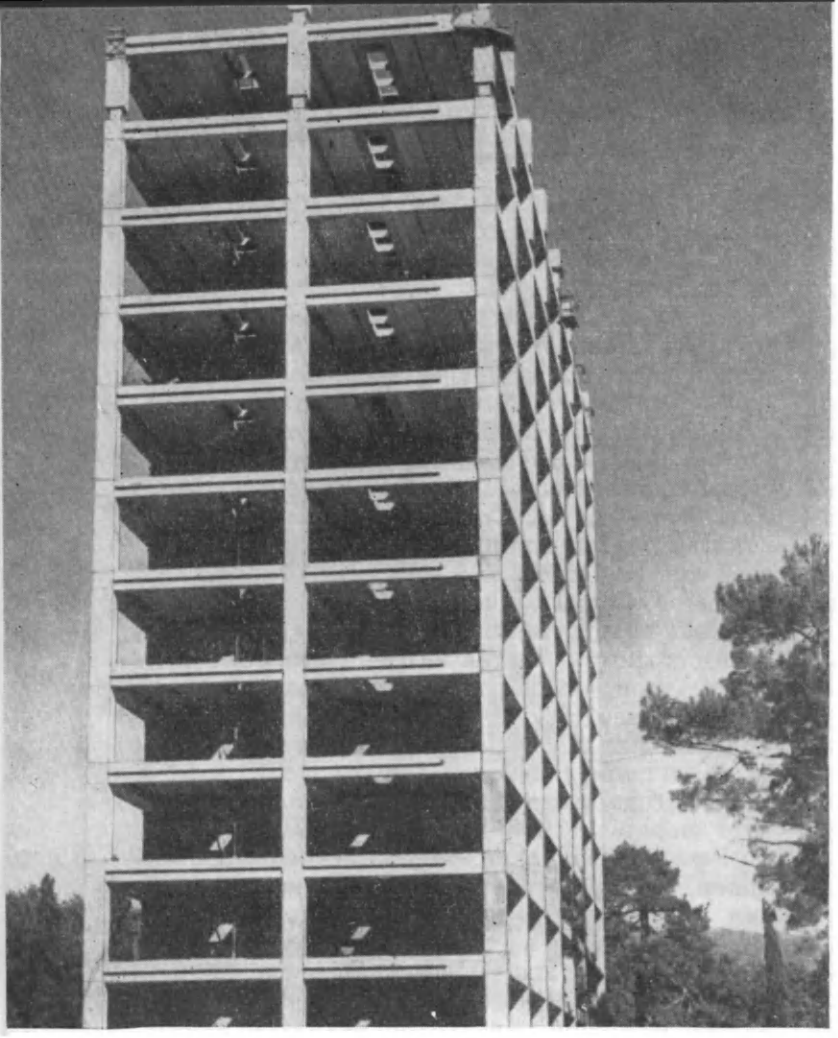
Резкое увеличение выпуска химических волокон — самый разумный и экономичный путь для увеличения выпуска товаров народного потребления. И по капитальным вложениям, и по затратам на производство лен, хлопок и шерсть не идут ни в какое сравнение с химическим волокном. Достаточно сказать, например, что себестоимость натуральной шерсти в несколько раз больше себестоимостп прекрасного ее заменителя — лавсана.

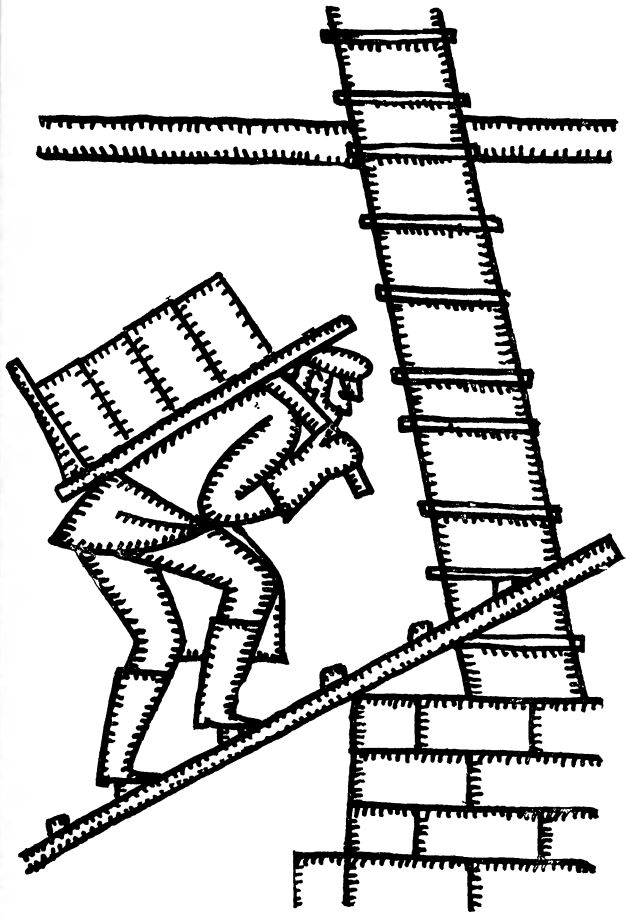
* * *

Вот что дает нам химическая индустрия! Вот почему наша партия приняла программу ее ускоренного развития, замечательный план химизации всего народного хозяйства. Советский народ принял эту программу как одно из важнейших дел своей жизни.

Все увереннее, все глубже входит химия в нашу жизнь. С каждым годом она открывает нам новые и новые возможности, ведет нас в мир невиданных вещей, в мир мечты, претворенной в действительность.

■





СТРОИТЕЛЬСТВО

ПОЧЕМУ МЫ ДОЛЖНЫ СТРОИТЬ

Человек научился строить много тысяч лет назад. Его уже не удовлетворялп пещеры, которые давала ему сама природа, и он стал улучшать их — расширять и углублять. Спасаясь от хпщников, человек стропл дома-гнезда высоко на деревьях, возводил хижины, сплетенные, как корзпны, пз гибкпх ветвей, на высоких сваях, забитых в дно озер.

Строительное искусство совершенствовалось тысячелетиями. Человек учился строить все более прочные, удобные и самые разнообразные здания — жилые дома и храмы, замки и крепости. А потом — заводы и фабрики, шахты и карьеры, шоссе и железные дороги, вокзалы и аэропорты, тоннели и плотпны.

Почетна и интересна профессия строителей. Они первыми приходят в необжитые места, устанавливают палатки, вешают на деревьях таблички — «ул. Комсомольская», «ул. Полярных зорь» — и дают путевку в жизнь новому городу. Они прокладывают дороги сквозь леса и пустыни, изменяют течение рек, создают моря; они возводят дома, заводы, электростанции— гидравлические, тепловые, атомные.

Много построено в нашей стране за последние годы новых зданий и сооружений, но предстоит построить еще больше.

Велика нужда в новых домах, фабриках, электростанциях, дорогах. Поэтому надо строить их как можно скорее. Еще не так давно обычный жилой дом строили 2—3 года, большой завод— 10 лет. Сейчас такие темпы не годятся для советских строителей. Они должны строить быстро, иначе не успеют построить столько зданий и сооружений, сколько требует Родина. Они должны строить прочно, чтобы долгие годы служили людям возведенные ими здания. И наконец, они должны строить дешево, чтобы на одни и те же средства можно было построить больше сооружений. ■

ЧТО МЫ СТРОИМ

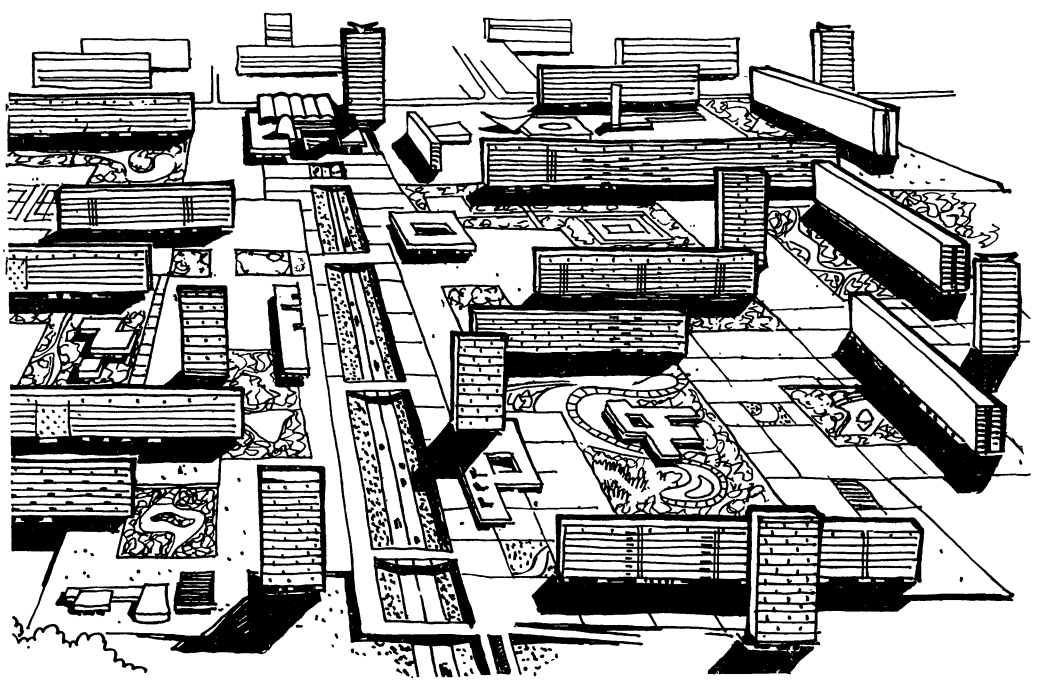
Все здания и сооружения можно разделить на пять основных групп.

Первую группу составляют **гражданские здания**. В нее входят жилые дома, детские сады и школы, магазины и больницы, дома культуры, кинотеатры и т. д. Здания этой группы бывают, как правило, многоэтажными. В них много стен и перегородок, окон, дверей и лестниц. При их строительстве приходится выполнять много отделочных работ — штукатурных, малярных, по настилке полов. К отделке здесь предъявляют повышенные требования.

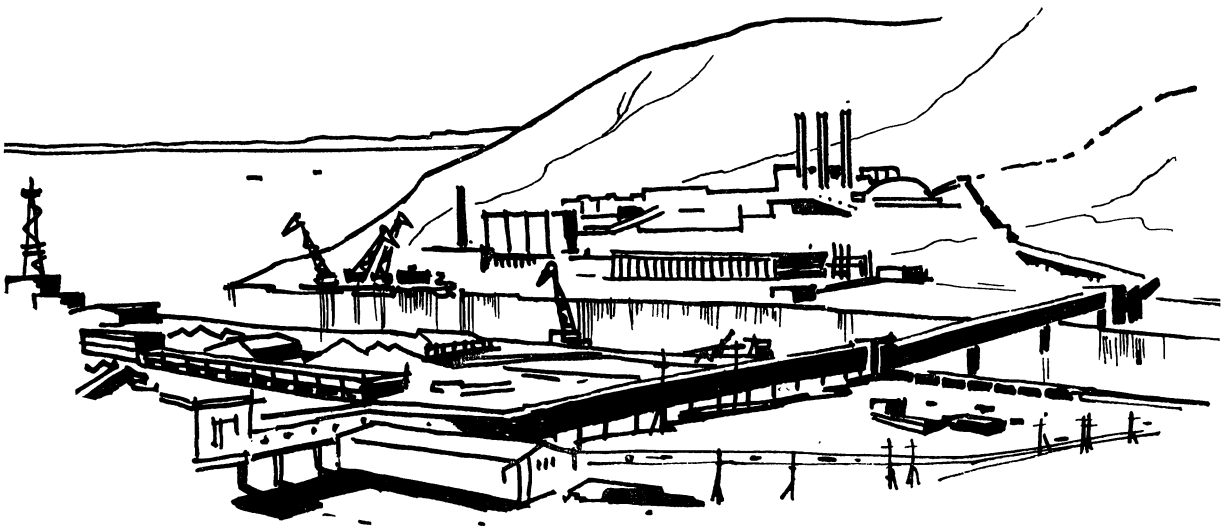
Со строительством гражданских зданий неразрывно связаны работы по благоустройству — сооружение дорог, проездов, тротуаров, прокладка сетей водопровода, канализации, газа, озеленение. Для этой группы зданий характерна массовая застройка. Это значит, что строят не один какой-либо дом, а целиком кварталы, в которых имеются и жилые и культурно-бытовые здания.

Вторая группа — самая большая по объему — **промышленные здания и сооружения.** Она объединяет здания предприятий всех отраслей промышленности: химических заводов, металлургических комбинатов с доменными, мартеновскими печами, машиностроительных, нефтеперерабатывающих, автомобильных и авиационных, цементных заводов, фабрик и заводов по производству тканей, обуви, продуктов питания, бумаги, ТЭЦ и многих других предприятий.

Промышленные сооружения так же разнообразны, как разнообразны и отрасли промыш-



Так выглядит планировка нового жилого района современного города.



Вид промышленного предприятия.

ленности. Здания этой группы могут быть одноэтажными и многоэтажными, отапливаемыми и неотапливаемыми, с мостовыми кранами, рассчитанными на тяжелые грузы, или без кранов, малоосвещенными или залитыми светом.

Но, несмотря на все это разнообразие, есть у них и общие черты. Помещения здесь большие, стен и перегородок мало. Конструкциям приходится выдерживать вес тяжелых машин и станков, находящихся в непрерывном движении, поэтому их надо делать особо мощными и прочными. В так называемых горячих цехах, где плавят или обрабатывают сильно нагретый металл, конструкции должны хорошо выдерживать высокие температуры. В химических цехах конструкции приходится защищать от вредного действия химических веществ.

В промышленных зданиях установлено сложное технологическое оборудование: всевозможные аппараты, станки, машины, электродвигатели, подъемники, транспортеры и т. д. Монтаж технологического оборудования на современном промышленном предприятии — сложная и трудная работа. На многих химических заводах, например, устанавливают аппараты весом 200—300 *т*, а вращающаяся печь для обжига цементного сырья имеет длину до 170 *м* и диаметр до 5 *м*. Все это тяжелое оборудование надо точно установить на место, подогнать все детали одну к другой, чтобы они работали слаженно и точно. Еще сложнее монтаж станков-автоматов.

Свои особые трудности имеет строительство доменных печей на металлургических заводах, шахт и рудников, нефтяных вышек и карьеров.

Третья группа — **гидротехнические сооружения:** гидравлические электростанции, плотины, каналы, порты, молы, набережные. Строитель нередко прокладывают новые русла для рек, изменяя их движение; они должны следить за поведением воды, старающейся проникнуть в любую щель и превратить эту щель в зияющий прорыв.

На строительстве гидротехнических сооружений обычно приходится разрабатывать и перемещать колоссальные количества земли, измеряемые миллионами кубометров, укладывать десятки тысяч кубометров бетона и железобетона. Поэтому при гидротехническом строительстве особое внимание уделяют правильной организации земляных и бетонных работ.

Следующая, четвертая группа — **транспортные сооружения.** Это железные и шоссейные дороги, мосты, а также обслуживающие сооружения: вокзалы, аэропорты и др.

Для транспортного строительства характерно то, что оно ведется на длинных участках, измеряемых многими километрами, и в ряде случаев в совершенно необжитых районах. Ведь освоение нового района как раз и начинается с прокладки дороги. Другая особенность транспортного строительства — большое количество однотипных конструкций: десятки тысяч одинаковых мачт для подвески проводов на электрифицированных железных дорогах, тысячи метров железобетонного полотна и т. п.

На строительстве завода.
На обороте: жилое строительство из объемных элементов. —▶

Наконец, в пятую группу — **сельскохозяйственных сооружений** — входят различные зерносклады, помещения для скота и птицы, предприятия для переработки и хранения продуктов сельского хозяйства, помещения для ремонта и хранения машин и т. д. Хотя эти сооружения обычно невелики по объему и несложны в техническом отношении, при возведении их строители встречаются зачастую с затруднениями. Дело в том, что места строительства сельскохозяйственных сооружений обычно разбросаны и удалены от промышленных центров. Поэтому строить их надо из местных материалов либо из деталей, изготовленных на крупном районном заводе. Конечно, этим решаются не все трудности. Ведь доставка на место строительных конструкций требует специального транспорта, а их сборка — подвижных и мощных механизмов.

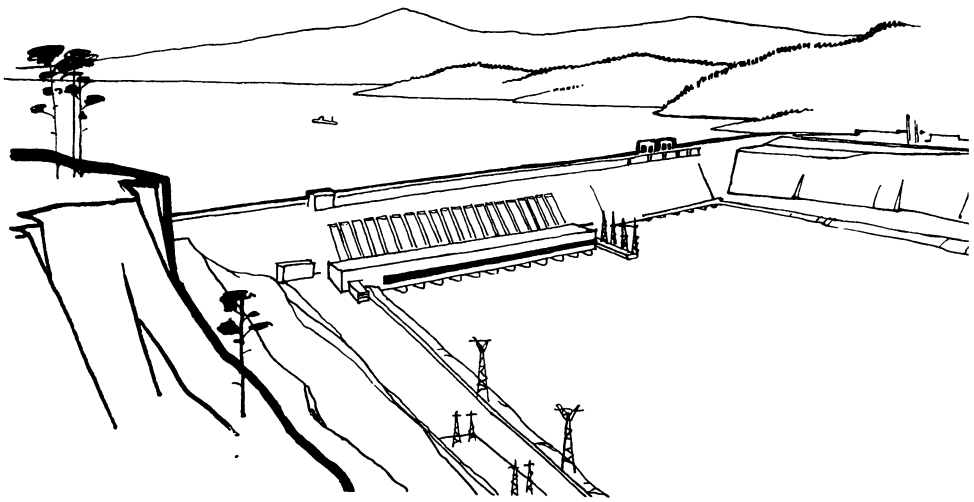
Разделение всех зданий и сооружений на группы, разумеется, условное. Иногда одно и то же сооружение можно отнести к разным группам, например вокзал — к транспортным или гражданским. И наоборот, есть сооружения, скажем телевизионные мачты, которые не подходят ни к одной из них. Цель разделения сооружений на группы заключается в том, что, как мы уже говорили, каждой группе соответствуют свои конструкции, свои механизмы, свои методы работ. С учетом этих особенностей и ведется каждая стройка.

Однако при всем разнообразии строящихся сооружений у них есть и много общего. Прежде всего все они имеют ф у н д а м е н т ы. Это очень важная и ответственная подземная часть сооружения, его «ноги», на которые оно опирается. Фундамент передает на грунт нагрузку — вес самого сооружения и всего, что в нем находится. Чем слабее грунт, тем больше должна быть опорная площадь фундамента. Иногда грунт настолько слаб, что приходится его усиливать, забивая сваи — длинные железобетонные столбы. Делают фундаменты обычно из камня, бетона и железобетона.

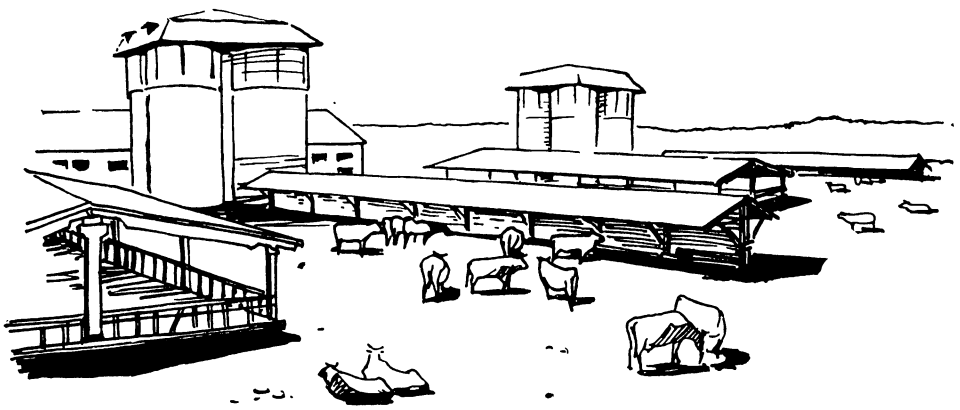
На фундаменты опираются с т е н ы и к о л о н н ы здания. Колонны устанавливают внутри здания, чтобы поддерживать перекрытия в тех случаях, когда расстояния между стенами большие.

М е ж д у э т а ж н ы е п е р е к р ы т и я отделяют один этаж от другого. Конструкция такого перекрытия состоит из нескольких элементов: балок, опирающихся на стены и колонны; плит, уложенных на балки; различных материалов, которые должны не пропускать через перекрытия звуки, тепло и влагу; материалов, образующих пол.

Ответственная часть здания — к р о в е л ь н о е п о к р ы т и е, или, попросту говоря, крыша. Это покрытие тоже комбинированная конструкция. Она состоит из нескольких элементов. В гражданских зданиях крыша похожа



Строгость и простота — вот основные характеристики конструкции плотин современных гидроэлектростанций.



Такие выгульные площадки строят на фермах Украины. Обычно сельскохозяйственные сооружения возводят из типовых деталей, изготовленных на районных заводах, или из местных материалов.

на междуэтажное перекрытие. А в промышленных она состоит обычно из таких элементов: решетчатые стропильные фермы (металлические или железобетонные), опирающиеся на стены и колонны; по фермам — железобетонные плиты; потом слой утеплителя — материала, не пропускающего тепло; наконец, сама кровля — несколько склеенных между собой и приклеенных к железобетонным плитам слоев из водонепроницаемого материала — просмоленного картона — руберойда.

Иногда часть крыши делается из стекла — для лучшей освещенности. Для неотапливаемых, «холодных» зданий по фермам укладывают не железобетонные плиты, а волнистые асбестоцементные листы или стальные штампованные листы.

В последние годы для перекрытия промышленных зданий стали применять своды-оболочки. Они представляют собой тонкую (толщиной 8—12 *см*) железобетонную оболочку, изогнутую в виде шаровой или цилиндрической поверхности. Оболочки не нуждаются в промежуточных опорах и позволяют перекрывать без всяких колонн помещения размером до 100×100 *м*.

Само собой разумеется, что во всех зданиях должны быть окна, двери, перегородки, лестницы. Это все детали хотя и несложные, но достаточно важные. Каждый прекрасно понимает, что плохое окно, пропускающее ветер и дождь, может испортить самую хорошую квартиру.

В зданиях и сооружениях есть, конечно, еще много других строительных деталей и конструкций. Мы перечислили лишь основные из них.

■

ИЗ ЧЕГО МЫ СТРОИМ

Было так

Самые древние, давным-давно известные человеку строительные материалы — лес, камень, кирпич. Лес и камень дает сама природа, кирпич — это обожженная глина.

...1930 год. Мы на строительстве жилого дома. Стоит на лесах каменщик. Набирает стальной лопаткой раствор из ящика, кладет, разглаживая, его на стену. Берет кирпич, окунает его в ведро с водой, той же лопаткой обмазывает его раствором, укладывает в стену, постукивая по нему рукояткой лопатки. Медленно растут стены. А в это время плотники обтесывают топорами бревна, готовят балки для междуэтажных перекрытий, сколачивают из досок перегородки; столяры под навесом строгают деревянные бруски, собирают из них оконные переплеты и двери; стучат в кузнице молотки — кузнецы готовят решетки для балконов и лестниц; слесари режут ножовками трубы...

А когда дом будет построен, придут штукатуры, разведут в ящиках штукатурный раствор, загладят им стены и потолки, слесари установят трубы, электромонтеры протянут проводку. Последними появятся маляры с ведрами и кистями, наведут последний лоск.

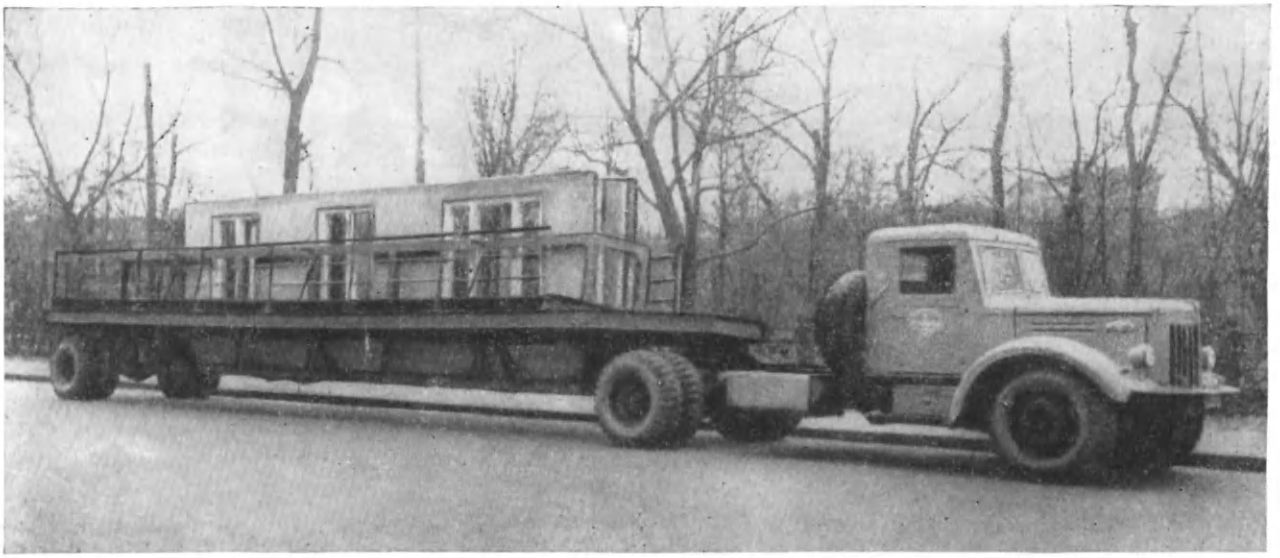
Дом готов. Строили его несколько лет.

Советское государство бурными темпами развивало свою промышленность. «Стройте больше, лучше, быстрее!» — требовала Родина. Чтобы выполнить эти требования, надо было перевести строительство на индустриальные рельсы, превратить его в сборку зданий из заранее заготовленных деталей.

«Скородом»

...Царь Иван Грозный, готовясь к войне с ханствами Казанским и Астраханским, решил построить под Казанью город-крепость. На строительство требовалось много времени, а татары, конечно, чинили бы строителям всяческие помехи. Как быть?

На помощь пришла русская смекалка. Зимой 1551 г., рассказывает летописец, мастер-городелец Иван Выродков на берегу Волги, под Угличем, изготовил деревянные части крепостных стен, башен, домов. Здесь же, на берегу, и собрали все сооружения. Весной постройки были разобраны, тщательно размечены, уложены на плоты и сплавлены по Волге к месту строительства. Под заслоном боевой рати, на глазах у изумленных татар Иван Выродков «со товарищи» собрал всю крепость за 28 дней. А крепость была немалая. Длина крепостных стен, имевших пятиметровую толщину, два ряда бойниц и 18 башен, составляла около 3 *км*. На стенах было устроено «великое множество» об-



Современное индустриальное строительство на промышленной основе требует новых видов транспорта. Панелевоз грузоподъемностью 12,5 *т* перевозит стены трехкомнатных квартир.

ломов — боевых площадок. Внутри крепости находились жилые и хозяйственные постройки, в стенах было установлено семь подъемных ворот.

Иван Выродков опирался на старинный русский опыт заготовки, перевозки и быстрой сборки домов. Голштинский дипломат Адам Олеарий, посетивший Москву в 1663 г., писал, что в «Москве за Белой стеной есть рынок-скородом особых построек, и там стоит множество совсем сложенных и разобранных домов, которые покупаются и перевозятся на место и быстро устанавливаются».

«Скородом»— это и есть метод сборного скоростного строительства, позже незаслуженно забытый.

Настоящее и полное развитие скоростное строительство получило в наше время на основе новой техники и развитой индустрии.

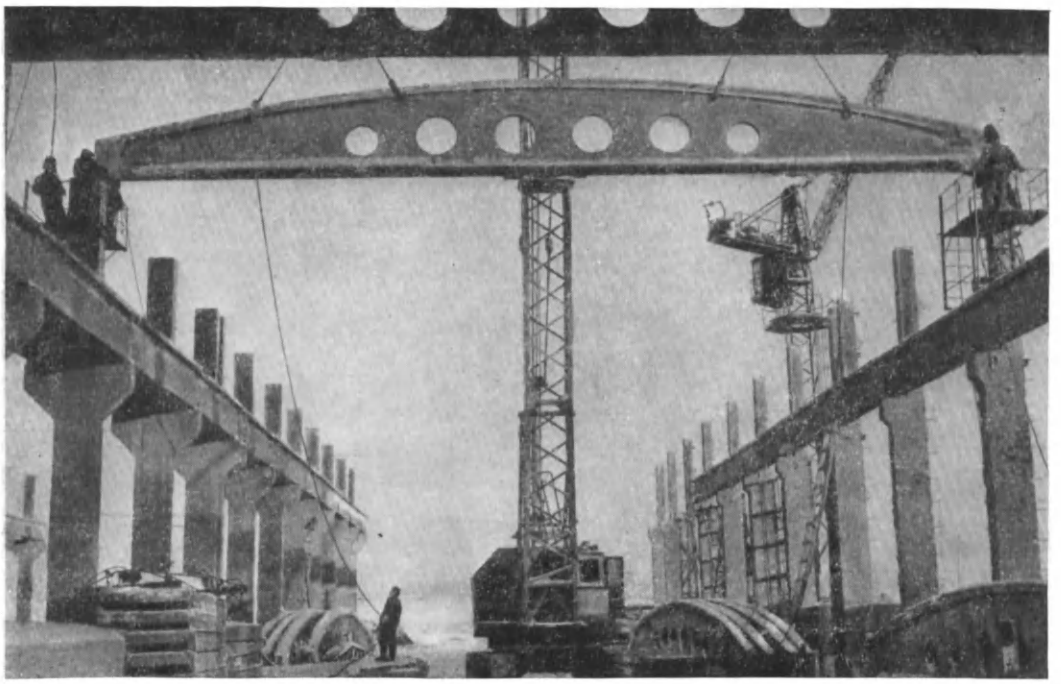
Итак, чтобы быстро построить здание, надо все его детали заготовить заранее. Но если заготовлять их, как Иван Выродков, вручную, придется затрачивать на это очень много труда. Ясно, что *детали надо делать с помощью машин*, иначе говоря, *на заводе*.

Детали надо делать большими: стену — на весь этаж, перекрытие — на всю комнату. Есть еще одно условие. *Детали должны поступать с завода совершенно готовыми*, чтобы на стройке, кроме установки на место, с ними ничего не надо было делать. И конечно, *крупные блоки и детали надо собирать на стройке с помощью мощных механизмов.*

Итак, чтобы строить быстро, надо собирать здания с помощью механизмов из крупных блоков и деталей, полностью изготовленных на заводе. Это дает большую выгоду: индустриальное строительство не только быстрое, оно требует меньше труда и денег.

О затратах труда на строительстве можно судить по трудоемкости. Она измеряется количеством человеко-дней, затраченных на каждый кубометр построенного здания. Определяют трудоемкость постройки здания так: делят общее количество затраченных на строительство человеко-дней на объем сооружения. Трудоемкость строительства жилого дома, возведенного старыми методами из штучного кирпича, составляла 2—2,5 человеко-дня на 1 $м^3$, а его стоимость — 150—200 руб. за 1 $м^2$ жилой площади. А трудоемкость дома, собранного из крупноразмерных заводских деталей, равна всего 0,6—0,5 человеко-дня на 1 $м^3$, т. е. уменьшилась в 5—6 раз! А стоит 1 $м^2$ жилой площади в таком доме 100—120 руб., т. е. намного меньше!

Если читатель сделает из сказанного вывод, что теперь лес, камень и кирпич везут не на стройку, а на завод и здесь превращают в крупные блоки и детали, он серьезно ошибется. На завод поступает в основном другой строительный материал. Какой же именно?



Железобетонная балка, изготовленная на заводе, перекрывает 18-метровый пролет.

Искусственный камень

Хороший материал дерево — прочный, красивый, есть почти повсюду, легко обрабатывается. Но растрескивается, разбухает, гниет и, что самое плохое, горит. Хорош и камень — негорючий, не боится ни жары, ни холода, выдерживает большие нагрузки, но обрабатывать его очень тяжело.

Хорошо бы найти камень, который был бы прочным, негорючим и в то же время позволял легко придать ему любую форму. И строители нашли такой «камень». Вернее, не нашли, а сделали. Это б е т о н.

Смешаем щебень с песком и с цементом, добавим в смесь воду. Песчинки заполнят пустоты между щебенками, цемент — между песчинками. Уложим получившееся тесто в форму. Цементный порошок вступит в реакцию с водой и превратится в клей. Затвердев, он прочно свяжет между собой песчинки и камешки, и вся масса превратится в прочный монолит нужной формы.

«Вооруженный бетон»

...В середине прошлого века богатым садовым хозяйством Версаля — резиденции французских королей — ведал некий Жозеф Монье. Он поддерживал связи с садоводами многих стран, отправлял им цветочные посылки. Живые цветы на дальние расстояния Монье обычно посылал в бетонных кадках. Однако даже и они не выдерживали дорожной тряски, лопались и разваливались.

В 1849 г. Монье готовил к отправке в Англию большую партию тюльпанов особенно редкого сорта. Чтобы цветы не пострадали в дороге, садовод изготовил на этот раз особые кадки: при бетонировании он вставил в их стенки каркас из железных прутьев. Результат превзошел все ожидания — ни одна кадка даже не дала трещины.

В 1867 г. Жозеф Монье получил патент на изготовление чанов и бассейнов из «вооруженного бетона». Этот год и считается годом рождения замечательного строительного материала — ж е л е з о б е т о н а.

Серьезнейший недостаток обычного бетона заключается в том, что, хорошо сопротивляясь сжатию, он «не умеет» растягиваться. Его прочность на растяжение во много раз меньше прочности на сжатие. Поэтому в бетонных конструкциях при растягивающих нагрузках скоро появляются опасные трещины. А железо и сталь растяжению сопротивляются хорошо. В железобетоне «обязанности» распределяются очень четко:

железо «работает» на растяжение, бетон — на сжатие.

Благодаря своим превосходным качествам железобетон за 100 лет существования занял в строительстве основное место. Теперь из железобетона делают любые строительные детали: фундаменты, колонны, стены, балки, кровельные фермы, мосты, своды, дымовые трубы, телевизионные мачты, шпалы, резервуары. Из него строят сейчас даже грузовые баржи и прогулочные суда (см. ст. «Водный транспорт»).

Мы уже говорили раньше, что все строительные детали надо делать на заводе. На примере железобетона легко доказать правильность этого утверждения. Судите сами: ведь если изготовлять железобетонные конструкции на строительной площадке, сюда придется завозить щебень, песок, цемент, устанавливать здесь бетономешалки, сколачивать на месте из досок деревянную опалубку, вязать арматурный каркас. И наконец, так как железобетон становится достаточно прочным только через месяц, придется все это время сохранять его в опалубке, а потом разбирать ее, захламляя площадку.

Таким образом, как вы сами убедились, в большинстве случаев правильно изготовлять железобетонные детали на заводе, а потом на площадке собирать из них железобетонные конструкции. Иначе говоря, надо применять с б о р н ы й железобетон.

Строительство крупнейшего в Средней Азии Ахангаранского цементного завода. Монтаж 175-метровой вращающейся печи.

Как делают железобетонные детали

...Большие светлые корпуса. Мостовые краны несут какие-то тяжелые детали. Гудят моторы. На вагонетках лежат длинные металлические ящики с откидными бортами. Это формы, или, как говорят строители, о п а л у б к а, для изготовления плит, балок и колонн.

Опалубку тщательно очищают от остатков бетона, наносят на стенки и днище пневматическим пульверизатором смазку (чтобы бетон не соединился с металлом формы), укладывают а р м а т у р у — каркас из стальных стержней. Подъезжает машина — бетоноукладчик, заполняет опалубку бетоном. Сырая бетонная смесь — рыхлая малоподатливая масса. Она неохотно принимает нужную форму. Ее надо уплотнить и уложить так, чтобы она заполнила всю опалубку. Иначе в нашей балке или колонне будут пустоты. Чтобы этого не случилось, строители применяют в и б р а ц и ю.

...Пустыня. Жарко. Тихо. По песку, извиваясь, ползет ящерица-круглоголовка. Вдруг ее что-то напугало. Ящерица мелко-мелко задрожала и «утонула» в песке. Мгновение — и ее уже не видно.

... В банку насыпан песок, на песке лежит металлический шарик; если потрясти банку, шарик утонет, опустится сквозь песок на дно банки. А вот другая банка с песком. На ее дне лежит пробка; потрясли банку — пробка всплывает на поверхность песка. Почему песок приобретает свойства жидкости? Это происходит в результате вибрации — очень частых мелких толчков. Вибрация уменьшает силы трения

между песчинками, и песок начинает течь, как жидкость.

Начинает течь при вибрации и бетонная смесь, надежно заполняя все углубления формы. Вибрируют смесь специальными механизмами, создающими несколько тысяч колебаний в минуту. Иногда такие в и б р а т о р ы, имеющие форму цилиндра, опускают в бетон, иногда форму с бетоном помещают на виброплощадку — стол, соединенный с вибратором. В этом случае вибрируют и форму, и находящийся в ней бетон. Формовка закончена.

Мы уже упоминали, что если бетонную смесь предоставить самой себе, то бетон только через месяц станет настолько прочным, что его можно вынуть из опалубки и отправить на стройку. Столько времени строители ждать не могут. Да они и не ждут. Им помогает еще одно интересное свойство бетона: он «любит попариться в бане». За несколько часов пребывания во влажно-паровой среде при температуре 80—85° бетон приобретает такую же прочность, как за месяц в обычных условиях. Дело в том, что физико-химическая реакция превращения цемента в монолитный камень при температуре 80 — 85° и во влажной среде протекает в несколько раз скорее, чем при температуре 18—20°.

Паровая «закалка» бетона осуществляется так: в п р о п а р о ч н у ю к а м е р у — длинный тоннель, в который подведен пар,— вкатываются вагонетки с деталями. Они медленно движутся по камере и часов через 8—10 выкатываются с противоположного ее конца. Откидывают борта формы, подхватывают краном готовое изделие и укладывают его в штабель.

Так же изготовляют и другие железобетонные изделия. Меняются только форма опалубки, способы вибрирования и пропаривания. Вот, например, машина, изготовляющая пустотные плиты для междуэтажных перекрытий. На виброплощадку кладут металлическую прямоугольную рамку. Продольные стены рамки сплошные, а торцовые — с круглыми отверстиями. Отверстий столько, сколько пустот надо сделать в плите. В рамку укладывают арматурный каркас.

Из стоящей рядом с виброплощадкой машины медленно выдвигается «гребенка». Каждый ее зуб — металлическая труба, передний конец которой закрыт конусным наконечником. Трубы проходят сквозь отверстия в первом торце рамки и выходят наружу через отверстия во втором торце. Затем рамку заполняют бетонной смесью и включают виброплощадку. Начинают также работать вибраторы, установленные внутри каждого трубчатого зуба, да еще сверху в рамку входит металлический щит с вибратором. После такого тройного вибрирования — снизу, изнутри и сверху — бетон прекрасно уплотняется, и, когда «гребенку» извлекают, каналы в плите остаются целыми и невредимыми. Ну, а дальше — паровая «баня».

Другим способом изготовляют железобетонные фермы. Они имеют довольно солидные размеры — длину до 20—24 *м* и высоту 2—3 *м*. Такую ферму возить по цеху сложно, да и пропарочную камеру надо делать очень большую. Поэтому фермы разбивают на блоки длиной по 6—12 *м* и бетонируют в яме плашмя, в несколько рядов по высоте. Закончив укладку бетона, бетонную яму плотно закрывают крышкой и пускают внутрь пар. Ферма парится на месте.

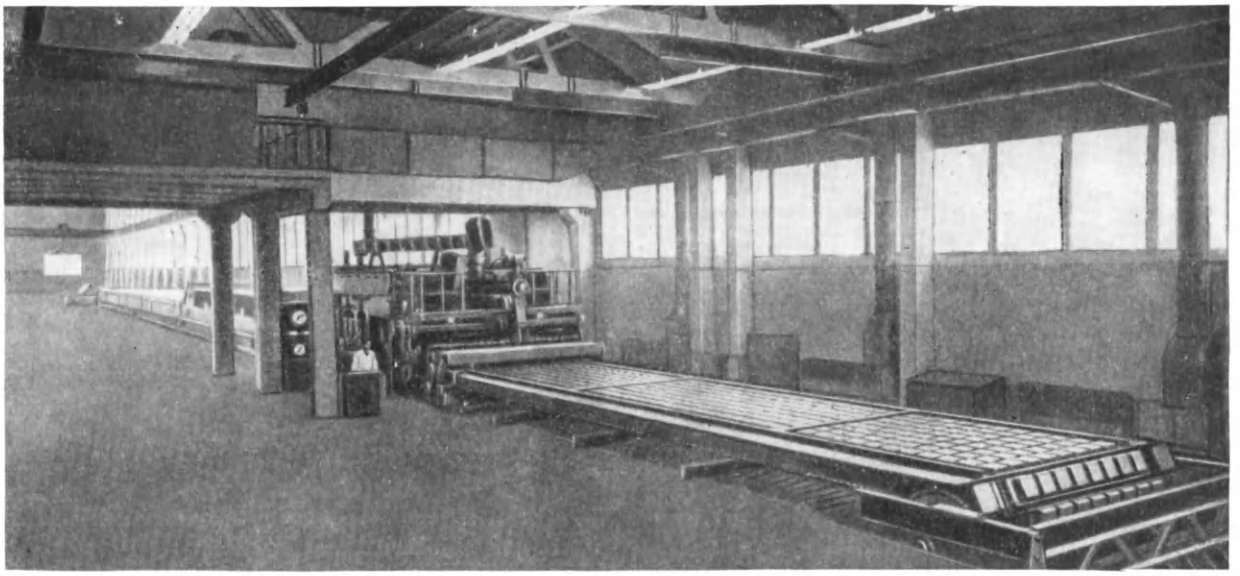
Стена на конвейере

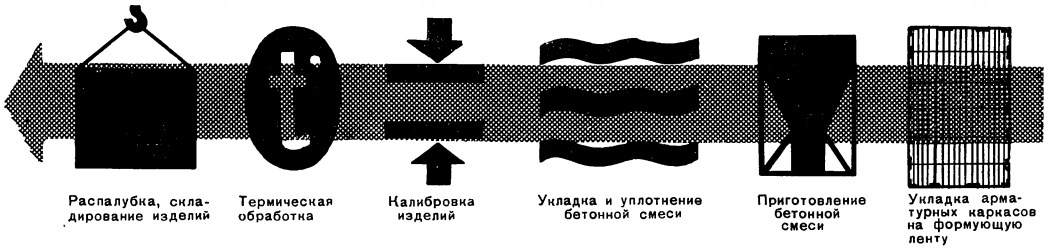
Стеновые панели отличаются от других изделий прежде всего тем, что они многослойные. Дело в том, что железобетон легко пропускает тепло. Чтобы стена не промерзала, приходится ее утеплять. Кроме того, стеновая панель обычно имеет окно.

Сейчас при изготовлении стеновых панелей широко применяется конвейерный способ. Вот как это происходит на современных заводах строительной индустрии.

По рельсовым путям движутся вагонетки. Площадка вагонетки — это дно формы, откидные борта — бока. Механические толкатели в нужный момент перемещают вагонетку с одной позиции на другую. На главный конвейер поступают бетонная смесь, арматурные каркасы, оконные и дверные коробки, утеплитель. На дно очищенной и смазанной вагонетки укладывают оконную коробку. Вагонетка передвигается на следующую позицию. Здесь в нее укладывают отделку будущего фасада — цветной раствор с мраморной крошкой или керамические плитки. Опять передвинулась вагонетка: теперь в форму уложили арматурный каркас. Вагонетка на новой позиции. Бетоноукладчик уложил в форму бетонную смесь, разровнял ее. Смесь провибрировали, и вагонетка снова едет дальше.

Теперь надо панель утеплить, например, м и н е р а л о в а т н ы м и п л и т а м и. Делают эти плиты так. В вертикальной металлической печи — в а г р а н к е — плавят известняк, глину, шлак или смесь из этих материалов. Вытекающий из вагранки тонкий ручеек расплава





Так на прокатном стане, изобретенном инженером Н. Я. Козловым, формуют часторебристые панели зданий.

сильной струей пара разбивается на огненные капельки. Стремительно летят капельки, вытягиваются в тончайшие нити. Нити оседают на сетчатый транспортер, переплетаются, превращаются в вату. Вату пропитывают фенольной смолой и режут. Получается хороший утеплитель— минераловатная плита. Она не теплопроводна, не гниет, не горит, не впитывает воду, ее не портят грызуны. И стоит она дешево, ведь сырье для ее изготовления есть повсюду.

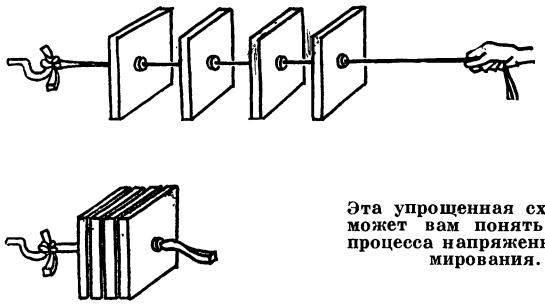
А вот другой утеплитель, он еще лучше. Это стекло, все пронизанное мелкими пузырьками. Чтобы получить его, в стекольный порошок добавляют молотый известняк или кокс. При варке стекла эти добавки выделяют газы, они вспучивают жидкую массу и образуют в ней пузырьки. Новый материал называется п е н о с т е к л о м. Он во много раз прочнее минеральной ваты, не боится ни жары, ни холода, ни влаги, ни огня. И к тому же его можно легко пилить, сверлить, оттачивать, вбивать в него гвозди, завинчивать шурупы.

Но вернемся к процессу изготовления стеновой панели. Итак, в форму-вагонетку кладут плиты из минеральной ваты или пеностекла. Вагонетка-форма пошла дальше. Теперь поверх утеплителя укладывают слой раствора — это будущая внутренняя поверхность стены. Конвейер продолжает двигаться, и вагонетка проезжает через пропарочную камеру. Готовую панель вынимают краном и ставят в штабель. Цикл завершен.

Прокатный стан на заводе стройматериалов

Приходилось вам бывать на металлургическом заводе? Трудно не прийти в восхищение от работы прокатного стана. Он «заглатывает» раскаленные болванки, «прожевывает» их стальными челюстями — и вот по рольгангам с огромной скоростью несутся готовые рельсы, балки, прутья, стальные полосы.

Прокатный способ, высокопроизводительный и высокомеханизированный, решил использовать для изготовления стеновых панелей инженер Н. Я. Козлов.



Эта упрощенная схема поможет вам понять смысл процесса напряженного армирования.

...По роликам бежит бесконечная металлическая лента. Это дно формы. На ленте укреплены закрытые сверху металлические ящики. В промежутках между ними кладут металлическую сетку—арматуру. Бетоноукладчик покрывает всю ленту вместе с ящичками бетонной смесью. Бетон, попавший в промежутки между ящичками, образует ребра будущих стеновых панелей. Так формуется часторебристая плита.

Лента проходит над вибраторами, бетонная смесь плотно заполняет форму. Лента движется дальше, подходит под валики, на которых натянута вторая, верхняя лента. В тесном зазоре между двумя лентами бетонная смесь прессуется, прокатывается. Затем она проходит через интенсивную паровую «баню». После такой обработки панель, дойдя до конца прокатного стана, становится уже настолько прочной, что ее можно снять краном. Две плиты ставят рядом ребрами внутрь. Между ними укладывают минераловатный утеплитель. Затем плиты намертво соединяются между собой.

Рассказывая об изготовлении железобетонных деталей, мы говорили, что в бетон укладывают металлический каркас — арматуру. Ее изготовляют в специальном арматурном цехе. Здесь почти всю работу делают машины. Прежде всего надо разрезать металлические стержни на куски нужной длины. Стальной нож гильотинных ножниц быстро движется вверх и вниз и, как спички, перерезает толстые стержни. Чтобы согнуть стержень, его кладут на стол, посреди которого вращается диск с металлическими штырями. При вращении диска его штыри и выгибают стержень, придавая ему нужную форму.

Затем стержни сваривают. На сборочном столе установлены два электроконтакта: нижний неподвижен, верхний перемещается вверх и вниз. Сварщик укладывает на стол стержни арматуры так, чтобы их пересечение легло на нижний контакт. Нажим ногой на педаль — и верхний контакт опускается, прижимает место пересечения стержней к нижнему контакту. Цепь замыкается. Взлетает фонтанчик искр, стержни прочно свариваются между собой.

На многих заводах арматурные сетки сваривают на машинах-автоматах. Такая машина сама режет проволоку, собирает сетку, сразу сваривает все пересечения в одном ряду и режет готовую сетку на куски заданной длины.

Напряженный железобетон

Мы уже говорили о том, что в железобетоне существует четкое «разделение труда»: бетон «работает» на сжатие, сталь — на растяжение. Когда нижняя часть балки или плиты растягивается, возникающие в ней растягивающие напряжения воспринимает арматура. Но вокруг нее есть и бетон. Он крепко сцеплен с арматурой, и поэтому ему тоже приходится растягиваться. А растягиваясь, бетон трескается. И если в трещины проникнет вода, арматура начнет ржаветь, прочность ее уменьшится, слабее станет сцепление с бетоном. Зимой просочившаяся в трещины вода, замерзнув, еще больше разрушит бетон.

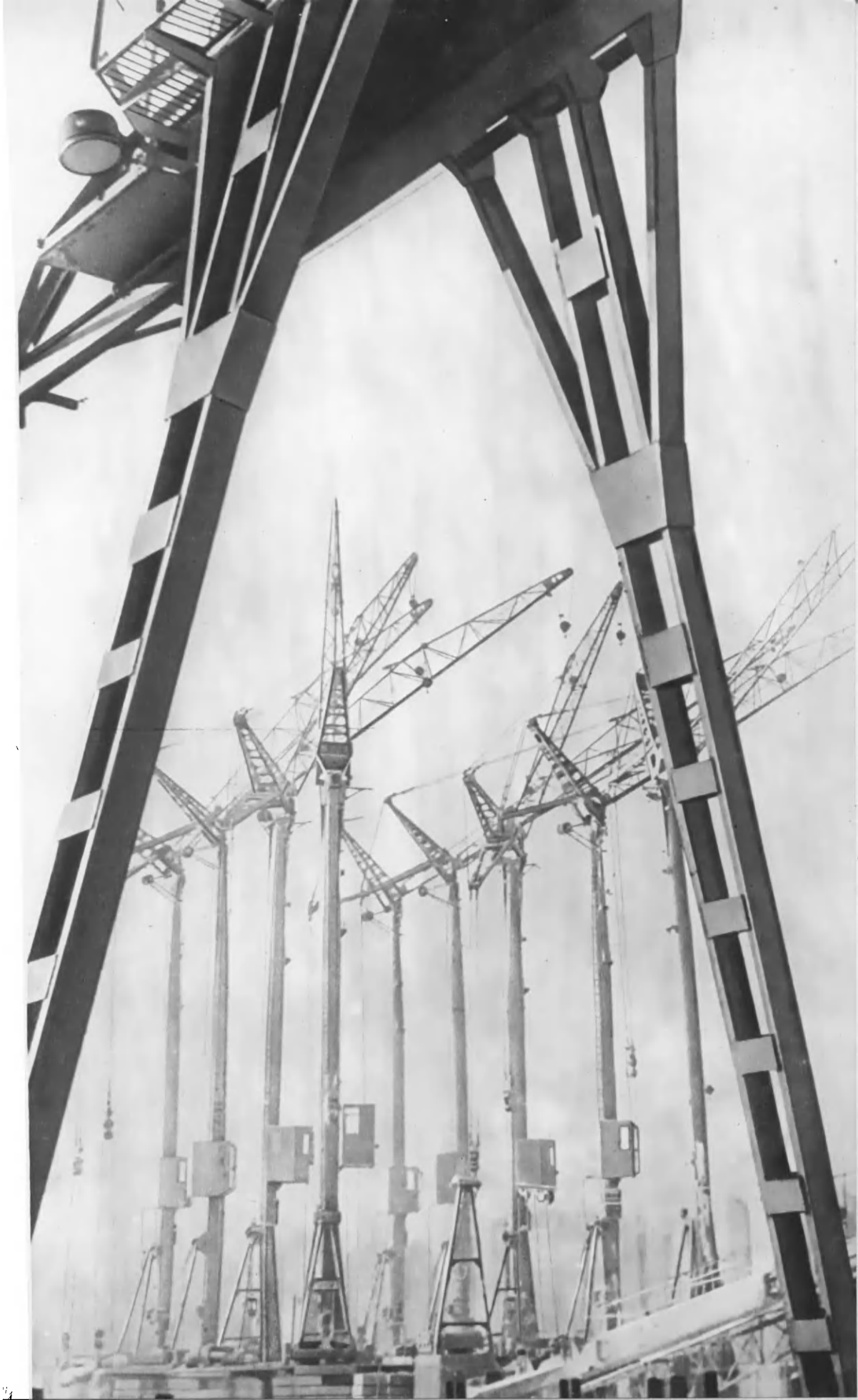
Можно ли предупреждать появление трещин в «растянутом» бетоне? Да, можно: напряженным армированием. Его впервые применили в 30-х годах французские строители. Чтобы лучше понять, что такое напряженное армирование, обратимся к несложному сравнению.

Возьмем резиновый шнур и растянем его; шнур удлинится. Нанижем на него пластинки и прикрепим их к шнуру так, чтобы между ними были небольшие промежутки. А теперь перестанем растягивать шнур. Он сократится до прежней длины, промежутки между пластинками исчезнут, и они крепко прижмутся одна к другой.

С арматурой в железобетонной балке проделывают примерно то же, что с резиновым шнуром. Один конец стального стержня прочно закрепляют на металлической форме, а за второй конец растягивают его—с помощью специальной машины, конечно,—и в таком состоянии закрепляют на другой стороне формы. Теперь уложим в форму бетонную смесь, дадим ей затвердеть.

Стартуют башенные краны...

На обороте: строительство гидроэлектростанции. →



Когда бетон станет достаточно прочным, освободим концы стержня. Он будет стремиться укоротиться до прежней длины. Но поскольку к этому времени металлический стержень уже хорошо сцепился с бетоном, то, укорачиваясь, сжимаясь, он сжимает и бетон. Так в бетоне появилось сжимающее напряжение. Оно-то и нейтрализует растягивающее напряжение, которое появится в конструкции от нагрузки.

Способ армирования напряженной арматурой получил сейчас всеобщее признание. Напряженно-армированные конструкции прочнее обычных, а арматуры на их изготовление расходуется на 20—25% меньше.

Из многих способов предварительного натяжения арматуры наибольшее распространение получил в последние годы так называемый электротермический способ. Здесь действует уже хорошо знакомый нам закон физики: если через металлический стержень пропускать электрический ток, стержень нагреется и удлинится. А остыв, снова укоротится. Этим и воспользовались строители. Арматурные стержни включают в электрическую цепь. Несколько секунд — и они, нагревшись, удлинились на нужную величину. Ток автоматически выключается. Рабочие берут стержни и укладывают на дно опалубки, закрепляя в упорах. Охлаждаясь, стержни укорачиваются. Этому препятствуют упоры, заставляя стержни растягиваться. После того как бетон затвердеет, укрепленные в упорах концы стержней обрезают. Сокращаясь, стержни напрягают бетон.

Деревообрабатывающий завод

Помните, мы говорили, что железобетон почти полностью вытеснил дерево из строительства? Последнее убежище дерева — оконные переплеты и двери. Здесь дерево еще держится, и требуется его немало. Без деревянных деталей строители пока обойтись не могут, им нужны сотни тысяч квадратных метров переплетов и дверей. Ясно, что вручную такого количества деталей не сделать. И на смену старой, кустарной технике пришли мощные деревообрабатывающие заводы.

... Хищно врезаются пилы в древесину, быстро ходят вверх и вниз, медленно наступает на них бревно — и вот уже нет его: по транспортеру за лесорамой едут доски. Но они сырые, и в таком виде пускать их в дело нельзя: они будут сохнуть и трескаться. Естественная сушка — дело длинное, а время не ждет. Поэтому пакеты досок на вагонетках въезжают в сушильные камеры — тоннели, куда подают горячий воздух.

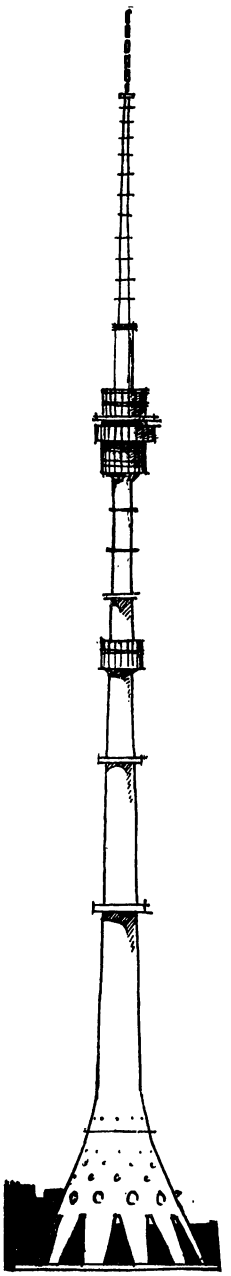
Сухие доски попадают в станочный цех. Транспортеры перегоняют доски со станка на станок, где их строгают, разрезают на бруски, придают нужное сечение, долбят в них отверстия, нарезают шипы.

Вот мощный станок строгает брус — сразу с четырех сторон. А стружка? Стружка стремительно летит в пасть раструба. Эти трубопроводы — пневмотранспорт для уборки стружек. Поэтому в нашем цехе нет гор стружек и туч пыли, обязательных и неприятных спутников старых столярных мастерских.

Все детали готовы, из них надо собрать оконный переплет. Раньше эту сложную и кропотливую работу делали вручную столяры, теперь на заводе работает механический «столяр». Рабочий кладет бруски будущего переплета на металлический стол с подвижными бортами и нажимает кнопку. Борта сдвигаются, сближая бруски, шипы плотно входят в гнезда. Сборка заняла полминуты.

Переплет переходит на шлифовальный станок. Еще одна-две минуты — и исчезли все неровности. Крюк подвесного транспортера подхватывает переплет, везет в малярный цех. Однако ни ведерок с краской, ни кистей, ни самих маляров здесь не увидите. Белые переплеты въезжают в малярные кабины, где действуют пневматические пульверизаторы, затем проходят через сушилки, и все закончено. Переплеты готовы.

Таким же способом готовят и двери. Только не из досок, как когда-то, а из ... стружки! Сейчас собранную от станков стружку не выбрасывают и не сжигают. Ее прогоняют между



В Москве будет построена самая высокая в мире телебашня—высотой больше 500 м. Ее строят из железобетона на напряженной арматуре.

горячими валами плитной машины. Высокая температура выгоняет из древесины смолистые вещества, и они прочно склеивают стружку. Из машины бесконечной лентой выходит древесностружечная плита. Ее режут на части нужных размеров, из которых делают дверные филенки, шкафчики, полки, школьные парты и многое другое. Древесностружечная плита — замечательный материал, она прочнее и красивее, чем доски.

Металлы и пластмассы

Несмотря на широкое применение железобетона при строительстве промышленных зданий, главным образом для металлургической промышленности, многие тяжелые конструкции — колонны, балки, кровельные фермы, кожухи доменных и каркасы мартеновских печей — делают из стали. Изготовляют их на заводах металлоконструкций. Здесь стоят мощные станки для резки и правки металла, установки для автоматической электросварки, сборочные приспособления — кондукторы. Переносят металл и готовые конструкции с места на место могучие мостовые краны.

На строительство металлоконструкции прибывают в виде готовых элементов, с отверстиями для сборочных болтов, окрашенные и размеченные. Больше ни в какой обработке они не нуждаются, остается только собрать из них конструкции, соединить электросваркой, установить на положенные места.

Кирпич, камень, железобетон, утеплители, дерево, сталь — это, конечно, далеко не полный перечень материалов, которые применяют строители. Необходимо упомянуть еще и стекло, краски, паркеты, асбестоцемент, гипс и многие другие материалы. А о трех из них мы расскажем поподробнее.

Всем известен сейчас алюминий. Он в три раза легче стали. А сплавы алюминия — дюралюмины, в состав которых входят в небольших количествах (5—8%) еще и медь, марганец, кремний, титан, — обладают высокой прочностью. Дюралюминий — пластичный металл, поэтому из него легко получать изделия любой формы. Детали из дюралюминия можно соединять между собой, как и стальные, заклепками, болтами, электросваркой или клеем.

Широкому применению алюминия мешала его высокая стоимость. Она зависела от стоимости электроэнергии, в больших количествах расходуемой при производстве алюминия. С ростом выработки электроэнергия подешевела, стал не таким дорогим и алюминий. И теперь этот металл, применявшийся прежде почти исключительно в самолетостроении, завоевывает с каждым днем новые позиции в строительстве.

Из алюминия уже сейчас делают оконные переплеты и дверные полотна, кровельные фермы и мосты, в комбинации с другими материалами — сборные стеновые и кровельные панели, стрелы для монтажных кранов и др.

Из стеклопластиков (листы из пластмасс, армированные стеклянным волокном) изготовляют кровельные покрытия, перегородки, ограждения балконов.

СТРОЙКА НАЧИНАЕТСЯ С КРЫШИ

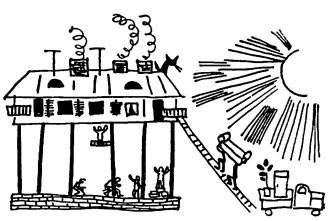
Тысячелетиями, с тех пор как человек научился строить, здания возводятся снизу вверх. Крыша венчает любое здание. А этот дом в Ленинграде начали строить с конца. С крыши.

...На бетонной плите основания дома совсем немного строителей и всего-навсего один небольшой кран на гусеницах с далеко вытянутой стрелой. Бетонную плиту, метров 50 длиной, как бы пробили высоченные железобетонные столбы. Они поднимались во весь рост 5-этажного дома.

Сборка крыши и этажей велась на бетонной плите. Строители выкладывали слой железобетона и на него — полиэтиленовую пленку. Так они делали до тех пор, пока «слойка» поднялась на 1,5 *м*. Верхушку покрыли рубероидом — и она стала крышей дома. Потом гидроподъемники, поставленные на столбы, подняли тросами крышу и пятый этаж на свое место. Постепенно за ними последовали все этажи до первого, ставшего здесь последним. Как только «слоеный» дом был построен, появился вертолет и за считанные минуты убрал гидроподъемники.

«Обратный» способ открыт архитекторами ленинградского Гипрогора. По этому способу построен второй опытный дом — в Ереване. А в Ленинграде скоро «обратным» способом выстроят дом уже в 15 этажей.

Строительство дома «обратным» способом обходится намного дешевле, чем обычным. Здесь нет огромных башенных кранов и рельсовых путей. Столбы-опоры освобождают стенные



панели от несущих «обязанностей». Значит, вес стенных панелей уменьшится — их не надо делать трехтонными, достаточно и 700 *кг*. Вместе с весом уменьшается и стоимость. А новаторы-строители задумываются, как бы довести вес стенной панели до 50 *кг*. Однако и при таком весе стен в доме, построенном с применением новейших материалов, будет жить удобно, тепло и безопасно.

Такой надувной дом из прорезиненной ткани «сооружают» за 2 часа.

Из винипласта, полиэтилена, поливинилхлорида и других пластмассовых материалов делают не только различные трубы, ванны, умывальники, электроосветительную арматуру, но и плинтусы, наличники, перила лестниц, оконные переплеты и многие другие детали.

Все юные конструкторы хорошо знают один из пластмассовых клеев — БФ-2, склеивающий многие материалы. Пластмассовые клеи применяют и для изготовления строительных конструкций. Склеенные детали настолько прочны, что в ряде случаев клей заменяет электросварку при сборке самолетов, мостов и вагонов.

На основе пластмасс делают различные линолеумы и плитки для полов, для облицовки стен и потолков.

Совершенно особое и неповторимое место в семье синтетических материалов занимают тонкие пленки. Такие пленки, толщина которых составляет доли миллиметра, применяют, например, при устройстве резервуаров для хранения жидкостей: земляное дно выстилают пленкой, и резервуар готов. Используют их также для защиты строящегося сооружения от дождя, ветра и снега, для устройства тепляков.

Пленки позволили строителям создать невиданные ранее замечательные пневматические сооружения. Их можно возвести в течение 30—40 мин. Для этого на земле расстилают пленку, закрепляют нижнюю ее кромку, нагнетают под нее воздух — и она сама, без всяких кранов, поднимается в нужное положение. Чтобы купол не опал, в нем вентиляторами поддерживают давление чуть больше атмосферного. А когда нужно разобрать такое сооружение, достаточно выпустить из него воздух, и оно плавно опустится на землю.

Строители начинают изготовлять из пластмасс и... бетон. Полимербетон — это бетон, в котором вместо цемента применены особые пластмассовые клеи. Этот замечательный строительный материал в несколько раз прочнее обычного бетона и намного легче его. Без всякой тепловой обработки он становится прочным всего за 4—5 минут! Полимербетон одинаково

хорошо выдерживает и сжатие, и растяжение— значит, его не нужно армировать сталью. Он ничего не боится: ни огня, ни мороза, ни кислот, ни щелочей, ни ветра, ни солнца, ни времени. Ни в окраске, ни в оклейке обоями полимербетон не нуждается.

Пройдет еще немного времени — и пластмассы во главе с полимербетоном вступят в решительную борьбу с нынешними строительными материалами. Уже осуществляется на практике намеченный в Программе КПСС план: «Металл, дерево и другие строительные материалы будут все более заменяться практичными, экономичными и легкими синтетическими материалами».

Правда, многие из этих новых материалов обходятся еще довольно дорого. Поэтому важнейшая задача строительной индустрии — снижение их себестоимости.

И наконец, несколько слов о третьем материале будущего—шлакоситалле. Шлакоситалл— это металлургические шлаки, превращенные путем особой обработки в стекловидную массу. Этот стеклокристаллический материал прочнее стали и бетона, легче алюминия, очень стоек к воздействиям температуры и химически активных веществ. Из него можно делать и трубы, и электроизоляторы, и строительные детали, и детали машин.

■

С ПОМОЩЬЮ ЧЕГО МЫ СТРОИМ

Выше говорилось, чтобы строить быстро, надо собирать здания из крупных блоков заводского изготовления. Это можно делать только с помощью механизмов — ведь крупные блоки весят по нескольку тонн. Какие же машины помогают сейчас строителям?

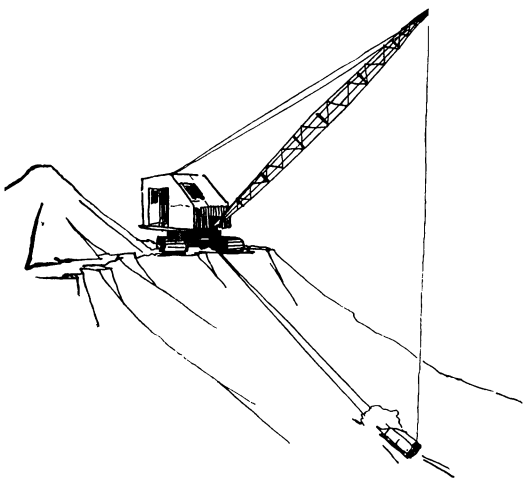
Один из важнейших помощников строителей — подъемный кран. Первые башенные краны появились в нашей стране в 30-х годах. Их привезли из Германии. Но покупать краны за границей было дорого, а Стране Советов, превратившейся в огромную стройку, требовалось очень много различных строительных машин и механизмов. И советские строители стали ускоренными темпами работать над созданием отечественных кранов. Не сразу, конечно, удалось решить эту задачу. Еще лет 25 назад трест «Мосстрой» имел всего несколько башенных кранов. А сейчас на стройках нашей Родины работают тысячи башенных кранов.

Краны стали сильными, удобными, подвижными. Первые краны поднимали всего 1—1,5 *т*, длина, или, как говорят, вылет, стрелы у них была 12—15 *м*. Нынешние краны поднимают 5—10 *т*, а вылет стрелы у них 20—30 *м*. На строительстве больших промышленных предприятий работают и более мощные краны — грузоподъемностью до 75 *т*, с вылетом стрелы до 50 *м*.

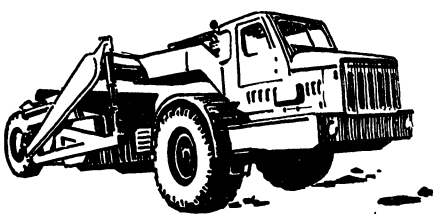
Есть у строителей и чудесные краны, которыми можно командовать на расстоянии. Обычным краном управляет машинист из кабины, а сигнальщики флажками передают ему команды. В кранах с дистанционным управлением машинист находится не в кабине, а на рабочем месте, возле груза. В руках у него небольшой кнопочный пульт; он соединен проводами с реле, включающими и выключающими механизмы крана. Машинист следит за грузом и, нажимая кнопки, перемещает его куда нужно. Работают на стройках также краны, управляемые по радио.

Немало у строителей и других механических помощников. Снабженные широкими стальными ножами, тракторы-кусторезы очищают площадки от мелколесья, тракторы-корчеватели удаляют пни. Затем появляются экскаваторы. Они выбирают землю ковшом-лопатой и отваливают ее в сторону или грузят на автосамосвалы либо платформы. Экскаватор с прямой лопатой набирает землю при движении ковша от себя, экскаватор с обратной лопатой — при движении ковша к себе. А у экскаватора-драглайна ковш, напоминающий совок, подвешен на тросах к стреле. При подтягивании троса этот «совок» движется к экскаватору и набирает грунт. Экскаваторы-драглайны применяют в тех случаях, когда нужно копать глубокий котлован или разрабатывать грунт под водой; сам драглайн во время работы стоит наверху и в котлован не спускается. Многоковшовый экскаватор имеет много малых ковшей, посаженных на общую движущуюся цепь. Его применяют для рытья траншей.

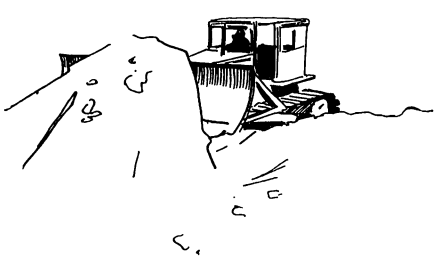
ПОКОРЕНИЕ ВАХША



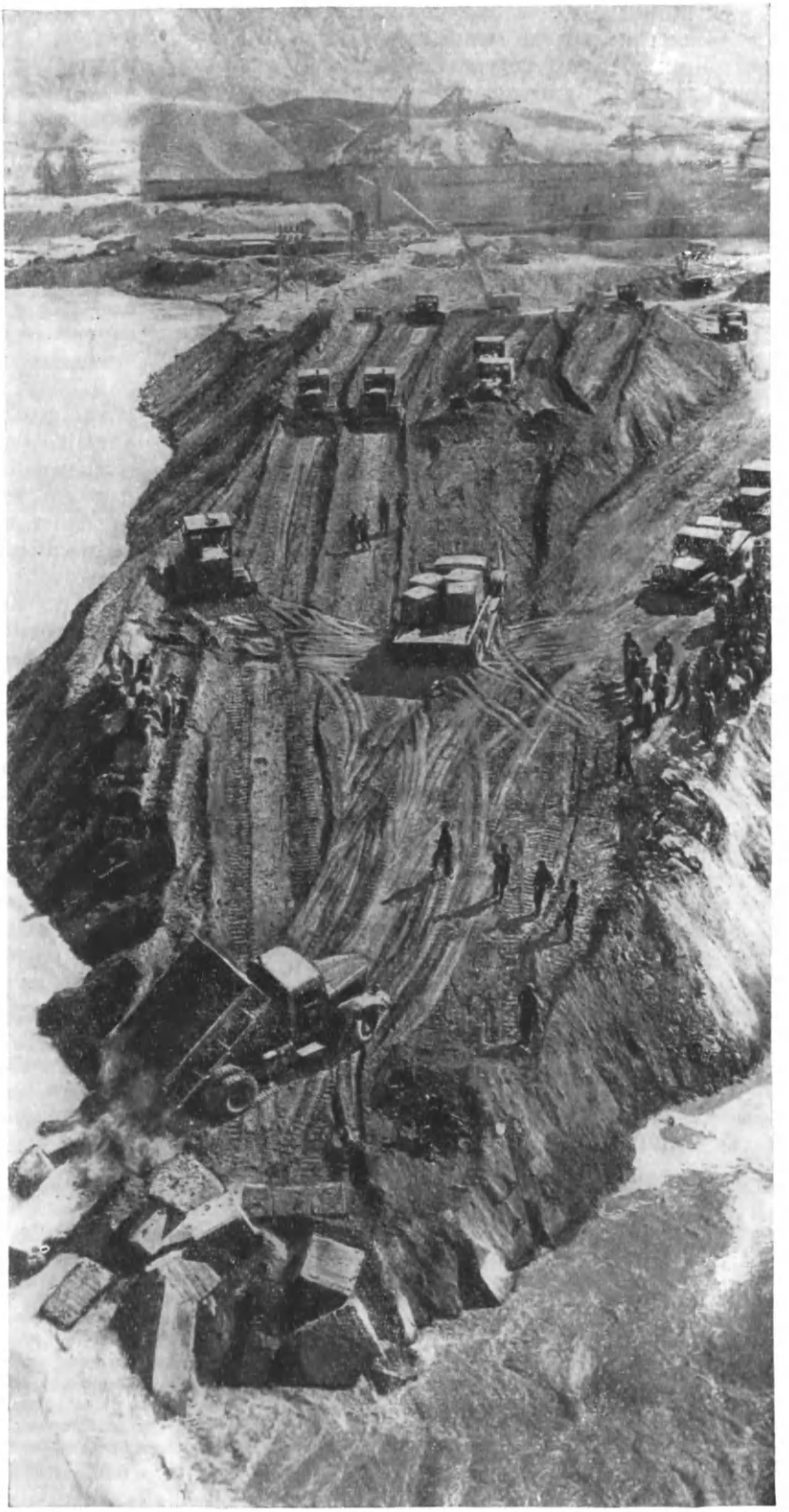
Ковш экскаватора-драглайна напоминает совок и подвешен к стреле на тросах.



Скрепер.



Бульдозер— это трактор, снабженный широким стальным отвалом.



Экскаваторы бывают самые различные — от совсем малых, с ковшом емкостью 0,15 $м^3$, до мощных тяжелых гусеничных машин с многокубовыми ковшами. Есть в этом семействе и такие гиганты, как шагающие экскаваторы. В их ковшах умещается сразу 20—30 $м^3$ грунта.

Для снятия грунта на малую глубину, но на большой площади применяют скреперы — горизонтальные ковши. При движении вперед ковш скрепера врезается в грунт, набирает и передвигает его; движение назад холостое. Скреперы бывают прицепные и самоходные. Прицепной скрепер установлен на тележке, которую тащит трактор.

Для перемещения вынутого из котлована грунта, для засыпки котлованов и траншей применяют бульдозеры — тракторы, снабженные широким стальным отвалом, который укреплен на шарнирных рычагах. При движении назад бульдозерист поднимает отвал, и бульдозер движется вхолостую.

Все эти машины хорошо справляются со своим делом, если грунт мягкий. Со скалой или мерзлым грунтом землеройным машинам не совладать. Приходится предварительно разрыхлять неподатливый грунт взрывами. Сначала на площадке появляются различные буровые станки. С их помощью в скале пробуривают скважины для взрывчатки.

Неглубокие, но широкие скважины (для столбов линий электропередач, например) сверлят станки-ямобуры. Для уплотнения грунта применяют пневматические трамбовки и катки. Сваи забивают специальные станки — копры. Копер подходит к нужному месту, на его вертикальной стреле укрепляют сваю, выше ее находится вибропогружатель — это электромеханический вибратор, передающий на сваю очень частые, несильные удары. Грунт легко расступается перед вибрирующей сваей, и она быстро опускается на нужную глубину.

Эту главу мы начали рассказом о башенных кранах. Башенный кран — хорошая машина, но он имеет один недостаток: привязан к рельсам, по которым ходит. Во многих случаях, особенно на промышленном строительстве, нужны краны, которые могут передвигаться без всяких ограничений. Сегодня они должны работать в одном месте, завтра — в другом, послезавтра — в третьем. Такие краны у строителей есть. Это краны на гусеничном или автомобильном ходу. Они бывают самых различных типов, грузоподъемностью от трех до нескольких десятков тонн и даже стотонные. С помощью этих кранов монтируют тяжелые железобетонные и стальные конструкции, устанавливают на фундаменты различные станки, механизмы, технологические аппараты. Есть и совсем легкие, очень удобные краны — гидроподъемники. Гидроподъемник — это трехшарнирный рычаг, смонтированный на шасси грузового автомобиля. Шарниры позволяют, «переламывая» рычаг под любым углом, подать в нужное место рабочую площадку, на которой помещаются двое рабочих с инструментом.

Для возведения высотных сооружений — дымовых труб, радиорелейных мачт, различных башен — применяют так называемые «ползучие» краны. Эти краны опираются на уже возведенную часть здания и с помощью специальных приспособлений «ползут», передвигаются вверх. Растет сооружение, и одновременно все выше и выше поднимается кран. Такие краны впервые были применены в 50-х годах при строительстве высотных зданий в Москве.

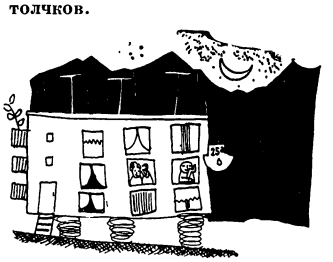
ДОМ, КОТОРОМУ НЕ СТРАШНЫ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

На Земле есть районы, где бывают сильные землетрясения. Поэтому не удивительно, что инженеры-строители и архитекторы разных стран мира давно ищут наилучшие способы того, как обезопасить жилые дома, промышленные и общественные здания при землетрясении.

Не так давно советские строители создали новый тип такого здания. Этот жилой трехэтажный кирпичный дом построен в Ашхабаде — номер 25а по проспекту Свободы.

Дом снаружи ничем не отличается от обычных. Его «тайна» раскрывается, когда спускаешься в подвал. Здесь видно, что стены этого дома покоятся на стальных стержнях с могучими рессорами. Все колебания почвы амортизируются в точках подвеса стен на стержни, при этом упруго деформируются рессоры.

Неуязвимость ашхабадского дома «на рессорах» уже проверена. Не так давно столица Туркменистана испытала два подземных толчка в 5—6 баллов. Жильцы дома 25а, что на проспекте Свободы, даже не почувствовали толчков.



Гидроподъемник — трехшарнирный рычаг, смонтированный на шасси грузового автомобиля, — может под любым углом подать рабочую площадку в нужное место.

В последние годы у строителей появился еще один кран, совершенно не похожий на все остальные. Этот кран не ходит по рельсам, не «ползает», а ... летает. Вы уже, конечно, догадались, что это вертолет. Строители начали применять вертолеты в 1959—1960 гг. С их помощью они смонтировали строительные фермы при восстановлении одного из зданий в Петродворце. Сейчас вертолеты помогают прокладывать газопроводы и проводить линии электропередачи в горах, ремонтировать заводские трубы, а иногда и укладывать кровельные панели.

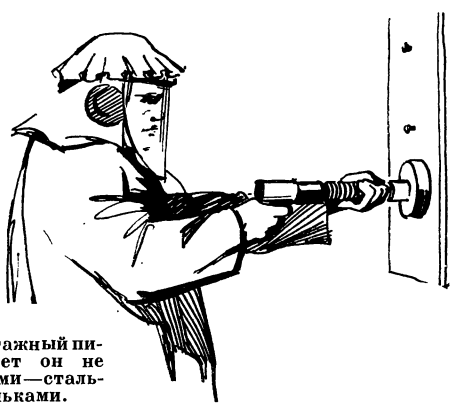
Строительство — это не только земляные работы и монтаж тяжелых деталей. Строителям приходится выполнять и много других самых разнообразных работ. Здесь на помощь приходят средства так называемой малой механизации. Разнообразные машины, механизированные приспособления и инструменты позволяют комплексно механизировать строительные работы.

Вот простой пример. В ряде случаев на строительстве приходится штукатурить большие поверхности. Штукатурный раствор приготовляют с помощью растворомешалки; подают его к рабочему месту штукатура насосом по трубопроводам; с помощью насоса через специальное сопло наносят раствор на стену и разравнивают его затирочной машиной. Как видите, все рабочие операции по оштукатуриванию механизированы, работа высокопроизводительная. Теперь предположим, что одна из операций, например нанесение раствора на стену, выполняется вручную. Ясно, что эффект от механизмов, примененных на других операциях, снизится; как бы хорошо они ни работали, сроки выполнения всей работы будут зависеть от количества штукатуров, от их квалификации.

Для того чтобы комплексно механизировать все работы, строители применяют пневматические (действующие силой сжатого воздуха) и электромеханические сверлилки, краскораспылители, шлифовальные устройства, гайковерты, отвертки, пилы, домкраты, лебедки, тельферы (подъемные механизмы, передвигающиеся по подвесным рельсам) и многое другое. Один из таких механизмов заслуживает особого внимания.

Прежде для крепления различных деталей к стенам, колоннам, железобетонным перекрытиям строители выполняли тяжелую и неблагодарную работу — пробивку гнезд. В эти гнезда вставляли деталь крепления, ее заделывали цементным раствором, ждали, пока раствор затвердеет, а потом уже навешивали нужную конструкцию. На все это уходило много времени и труда.

Теперь у строителей есть замечательное оружие, совершенно мирное по назначению. Это строительно-монтажный пистолет (СМП), созданный тульскими оружейниками. Он похож на обычный пистолет, но несколько больше его. На конце ствола СМП широкий круглый наконечник. Но самое главное отличие заключается в том, что стреляет он не пулями, а дюбелями — заостренными стальными стерженьками.



Строительно-монтажный пистолет, но стреляет он не пулями, а дюбелями — стальными стерженьками.

Монтажник «переламывает» пистолет, как это делают с охотничьими ружьями, вставляет

в патронник дюбель и патрон. Затем он плотно упирает наконечник в стену или колонну, нажим курка — и пистолет с огромной силой выбрасывает дюбель. Из стены торчит только его конец с нарезкой. Остается лишь привинтить к нему нужную деталь.

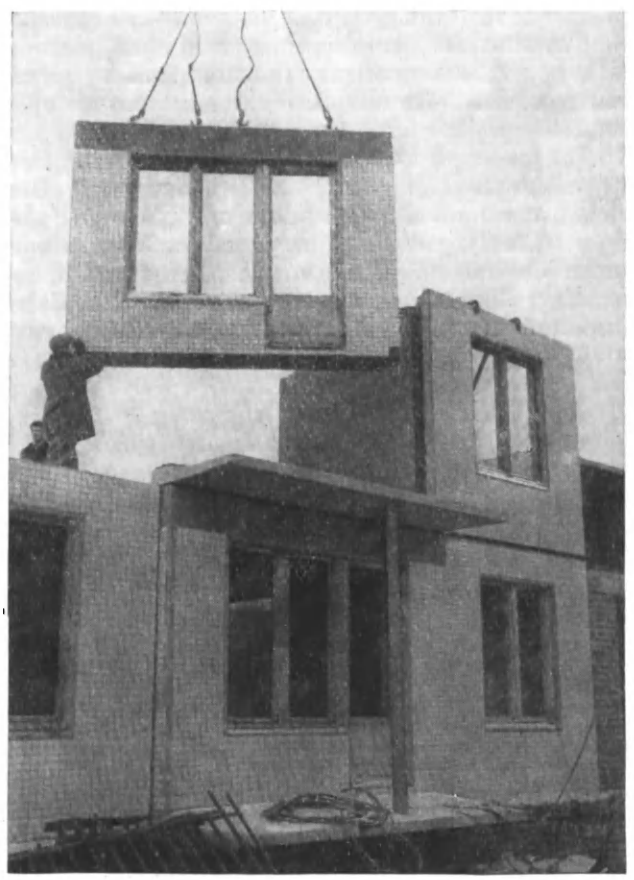
Иногда строители применяют дюбель без нарезки. В этом случае приставляют к стене плоскую лапку металлического крючка и простреливают ее дюбелем со «шляпкой», как у гвоздя. Лапка, а вместе с ней и крюк прочно «пришиваются» к стене.

■

КАК МЫ СТРОИМ

Законы строительства

Как мы уже говорили раньше, каждой группе сооружений соответствуют свои, особые методы строительства. Жилые дома строят не так, как гидротехнические сооружения, а промышленные не так, как транспортные. Но есть общие законы строительства. Они обязательны при возведении сооружений всех групп.

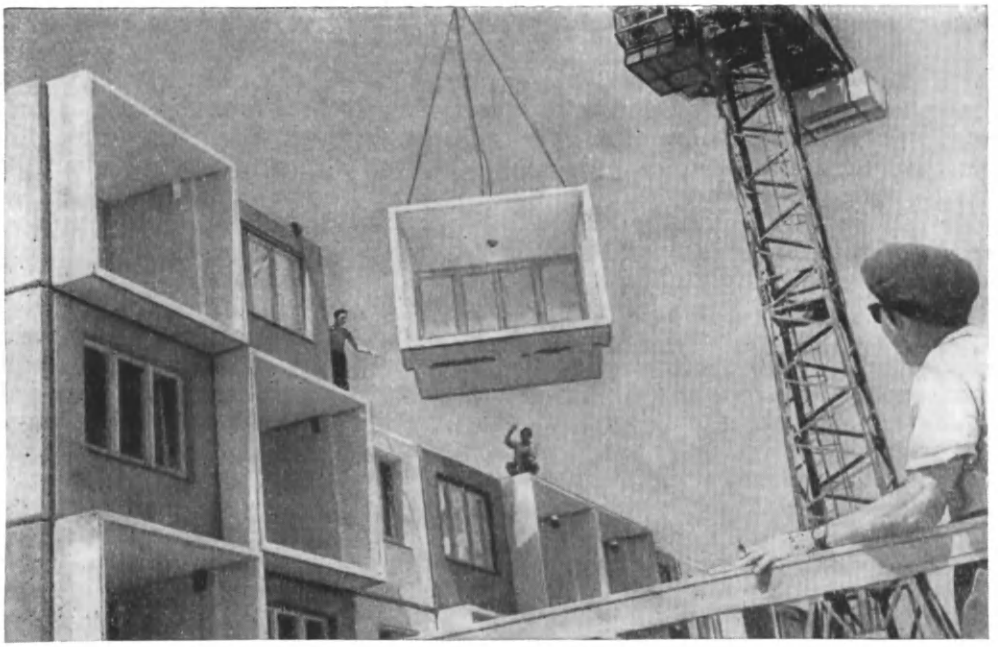


Типовые строительные детали должны быть большими: стена — высотой во весь этаж, перекрытие — на всю комнату. Только тогда типовое строительство эффективно.

Предположим, что у жилых домов, которые мы строим, разная высота помещений, разные окна и двери, разные лестницы, разная конструкция междуэтажных перекрытий — словом, все разное. Можно ли организовать изготовление деталей для таких домов на заводах? Можно, конечно, но это будет очень сложно и очень дорого. Ведь заводское производство — это серийное, массовое производство одинаковых однотипных деталей. Значит, надо, чтобы детали домов были типовыми. Конечно, типовые детали для гражданских сооружений будут отличаться от типовых деталей для промышленных сооружений. Но поскольку количество как гражданских, так и промышленных сооружений велико, деталей для тех и других понадобится достаточно много и заводское их производство будет выгодным. Но дело не только в деталях. Если здания будут типовыми, это намного упростит и сам процесс их строительства. Так и делают строители. Они разработали типовые проекты жилых домов, школ, больниц, кинотеатров, промышленных сооружений. Все эти здания можно собрать из типовых стандартных деталей.

Итак, первый закон строительства — *широкое применение типовых деталей и типовых проектов.*

Чтобы на строительной площадке был порядок, чтобы строители работали с высокой производительностью труда, надо все работы выполнять в определенной, заранее продуманной очередности. Часть работ иначе и не выполнишь. Невозможно, например, монтировать стены, пока не заложен фундамент. Но зато стены можно было бы возводить раньше, чем на площадке уложены подземные сети водопровода и канализации; малярные работы можно выполнить прежде, чем установлены радиаторы отопления.



Монтаж дома из объемных элементов. Эта комната, что висит сейчас в воздухе, целиком сделана на заводе. Строителям надо только прочно установить ее.

Можно, но... это неправильно. Пока на площадке не уложены подземные сети, нельзя устраивать дороги. Сделать-то их, конечно, можно, но работа эта будет бросовая: при рытье траншей дороги испортят. Если окрасить помещение до установки радиаторов, то слесари-сантехники, как бы они аккуратно ни работали, обязательно отделку испортят. Придется ее делать вторично, а это — дополнительное время, дополнительные материалы, дополнительные расходы.

Второй закон строительства — *выполнение всех работ в строгой последовательности.*

Еще сравнительно недавно промышленные здания строили так. Сначала строители возведут всю «коробку», сделают все перекрытия, кровлю. Потом приходят монтажники. Затаскивают на этажи через окна и специально оставленные проемы станки, машины, аппараты. Работают в тесноте, в неудобных условиях; вместо того чтобы применить мощные краны, пользуются лебедками и талями — ведь кран в готовом здании не поместится.

Теперь монтажники работают иначе. Как только смонтированы конструкции очередного этажа, монтажники устанавливают здесь оборудование. Делают они это с помощью тех же кранов, которые монтируют конструкции здания. Работать легко и удобно. А самое главное — выигрыш времени огромный. Это правило применимо и к строительству жилого дома: когда монтируют стены верхних этажей, в нижних работают сантехники, электрики, маляры.

Совмещение работ — третий закон строительства.

Быстро и хорошо работают строительные организации, которые специализируются на выполнении определенного вида работ — земляных, по прокладке подземных трубопроводов, по монтажу сборных железобетонных конструкций или технологического оборудования какой-либо одной отрасли промышленности. Такая организация обзаведется опытными кадрами, необходимыми механизмами, инструментами; раз от разу будет быстрее и лучше выполнять порученную ей работу.

Специализация — четвертый закон строительства.

Быстрыми шагами движется вперед техника. Появляются новые механизмы, материалы, конструкции. На каждой стройке есть новаторы производства, изобретатели и рационализаторы, создающие новые, все более эффективные инструменты и приспособления. Вся эта новая техника облегчает труд, повышает качество работ, сокращает сроки их выполнения. Кто не применяет нового, тот стоит на месте и, следовательно, отстает. *Обязательное широкое внедрение новой техники, изучение и использование опыта новаторов* — всеобщий закон народного хозяйства Советского Союза. Он является, конечно, законом и для строителей.

Сколько стоит дом

Чтобы определить, дорого или дешево обошлось здание, надо прежде уяснить, что такое дорогое и дешевое здание. Предположим, что дом на 8 квартир стоит 70 тыс. руб., а дом на несколько десятков квартир стоит 700 тыс. руб. Который из этих домов дешевле? Не торопитесь с ответом. Давайте подойдем к этой проблеме с другой стороны.

Что главное в доме? Жилая площадь. Она и поможет нам ответить на этот вопрос. В 8-квартирном доме 400 $м^2$ жилой площади. Следовательно, 1 $м^2$ стоит 175 руб.; в многоквартирном доме 6 тыс. $м^2$ жилой площади, и каждый квадратный метр стоит 115 руб. Второй дом в полтора раза дешевле первого. Так же определяют стоимость школ (на 1 ученика), кинотеатров (на 1 место в зрительном зале), железной дороги (на 1 *км* ее длины), доменной печи (на 1 *т* чугуна) и т. д.

Строим дом

Нам поручено построить жилой дом. С чего мы начнем? С нулевого цикла.

Когда проектируют и строят любое сооружение, высоту отдельных его частей отсчитывают от уровня пола первого этажа. А уровень этот, или, как говорят строители, его отметку, принимают условно равным нулю. Обозначают его на чертежах так: $\pm 0{,}0$. Все работы, которые ведутся ниже этого уровня, и называются работами нулевого цикла. Их надо закончить до начала основных работ. В нулевой цикл входят работы по возведению фундаментов, прокладке водопроводных, газовых, канализационных труб, электрокабелей и пр., по устройству тоннелей, дорог и проездов.

Нулевой цикл завершен. Рабочие-дорожники укладывают рельсовые пути для башенных кранов, монтажники монтируют краны. На площадку начинают прибывать автомашины с кирпичом. Его привозят уложенным на маленькие платформы—поддоны. Кран берет поддон и подает его без перегрузки прямо к рабочему месту каменщика. Сюда же подносит кран и раствор в металлических бункерах. Но, как уже говорилось, более прогрессивная конструкция — стеновые панели. Их доставляют на стройплощадку автомобили-панелевозы. Кран подхватывает стеновую панель, и монтажники устанавливают ее на фундамент, покрытый не застывшим еще цементным раствором. Монтаж панелей требует высокой точности работы. Уровнем, отвесом, геодезическими инструментами выверяют монтажники правильность установки панели. И только после тщательной проверки закрепляют панель специальными подкосами. Такой способ строительства называется монтаж «с колес». При нем нет нужды в промежуточных складах деталей, он снижает стоимость строительства.

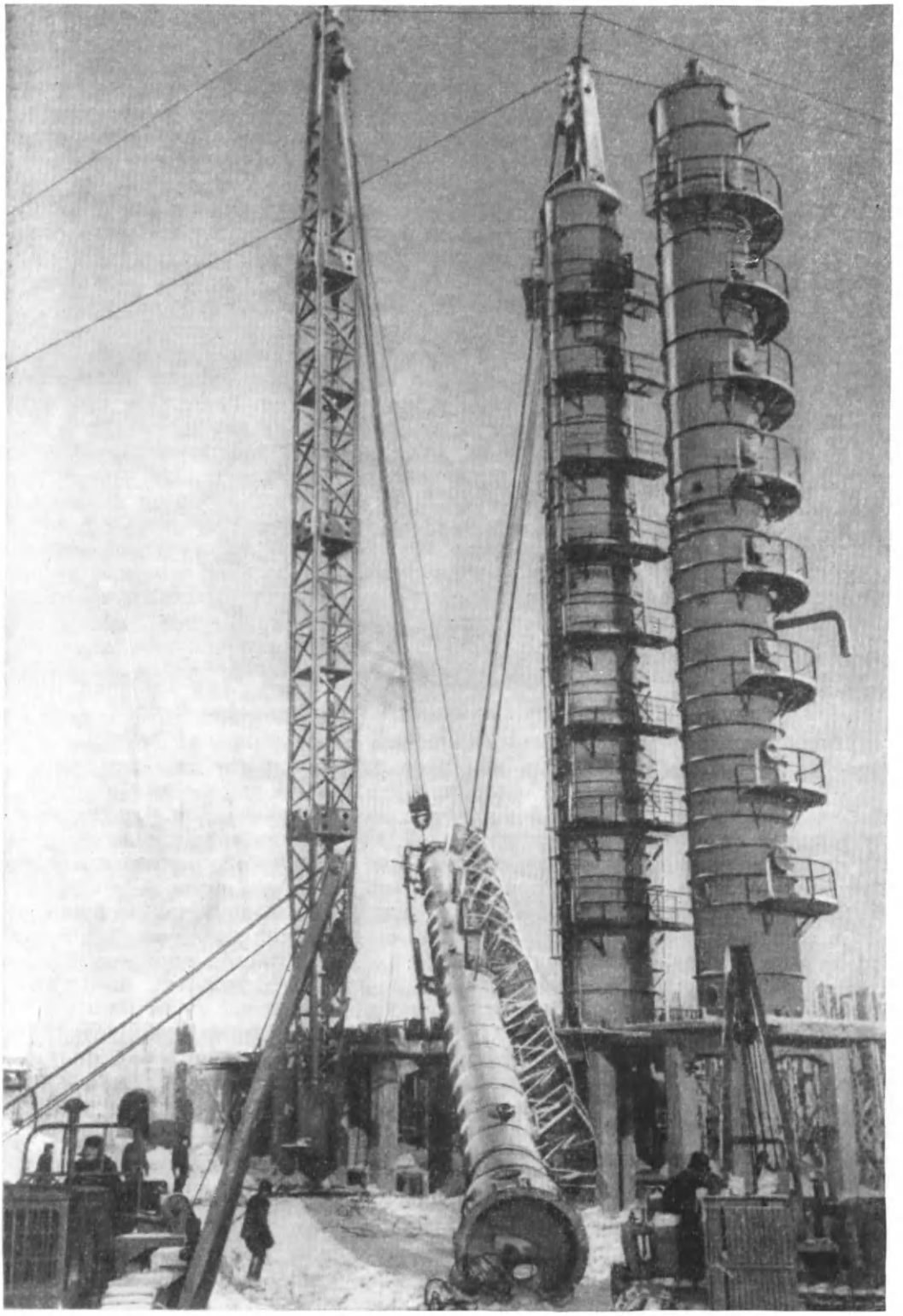
Рядом с первой панелью встает вторая, потом третья. К ним примыкают панели поперечных стен, сверху ложатся панели междуэтажных перекрытий. И все время проверка, проверка и проверка! В грани панелей при их изготовлении заложены металлические закладные части — планки, уголки. И вот появляются электросварщики в своих брезентовых робах и «рыцарских» шлемах. Усевшись поудобней, сварщик опускает «забрало». Электрод касается металла, взлетает фонтанчик искр (см. ст. «Как сваривают металл»).

Ставятся на место лестничные марши, перегородки, балконы с ограждениями, санитарно-технические кабины. Эти кабины — железобетонные «домики», в которых еще на заводе установили ванны, умывальники, провели все трубы, отделали плиткой стены, покрыли полы линолеумом.

Дом собран. Ушло на это две-три недели, может быть, месяц. Пока шла сборка верхних этажей, внизу уже появились слесари-сантехники и электромонтеры. Сантехники подключают установленные в сантехкабинах вертикальные трубы-стояки к соответствующим трубам, уже заведенным в подвал, соединяют между собой поэтажно трубные разводки в этих кабинах. Электромонтеры проделывают такие же операции с электропроводами, заложенными в панели при их изготовлении на заводе, устанавливают штепсельные розетки, выключатели. Плотники настилают полы. Отделочники наводят последний лоск— заделывают швы между панелями, белят потолки, окрашивают окна, двери, оклеивают обоями или окрашивают стены.

Дом из объемных элементов

Мы говорили, что монтаж дома занял всего месяц. Это хорошо. Но, к сожалению, на отделочные работы уходит гораздо больше времени. Как сократить объем, а следовательно, и сроки выполнения отделочных работ? Для



Монтажники научились устанавливать на фундамент собранные технологические конструкции весом в несколько сот тонн.

этого надо и большую часть отделочных работ перенести на завод. И строители переходят к монтажу домов из объемных элементов.

На заводе делают не отдельные панели стен и перекрытий, а целые блоки. Такой блок — это целиком законченная комната, или две комнаты, или комната, кухня и санузел, или кухня, санузел и часть лестничной клетки. В этом блоке сделано абсолютно все: настланы полы, стены оклеены обоями, установлены штепсели и выключатели, радиаторы, газовые плиты, умывальники, встроенные шкафы.

Готовые блоки на специальных автоплатформах везут на стройку. Здесь их подхватывает мощный кран (ведь этот «кубик» имеет размер, скажем, $3\times3\times10$ *м* и весит около 25 *т*!) и ставит на фундамент или на ранее установленный блок. На 5-этажный крупнопанельный дом требуется около 1000 разных панелей и других сборных элементов, на такой же дом из блок-квартир — всего 75 объемных блоков. Отделочные работы теперь на площадке совсем не нужно вести, надо только присоединить все сети блок-квартир одну к другой и к магистралям. 5-этажный 45-квартирный дом из объемных элементов полностью возводят за неделю!

На строительстве завода

Теперь отправимся на площадку промышленного строительства. Все, что мы говорили о нулевом цикле, остается в силе и здесь. Только объем работ тут намного больше. Больше надо сделать фундаментов не только под стены и колонны, но и под технологическое оборудование; больше проложить всевозможных трубопроводов и электрокабелей и т. д. Поэтому машин здесь больше и они мощнее, чем на гражданском строительстве.

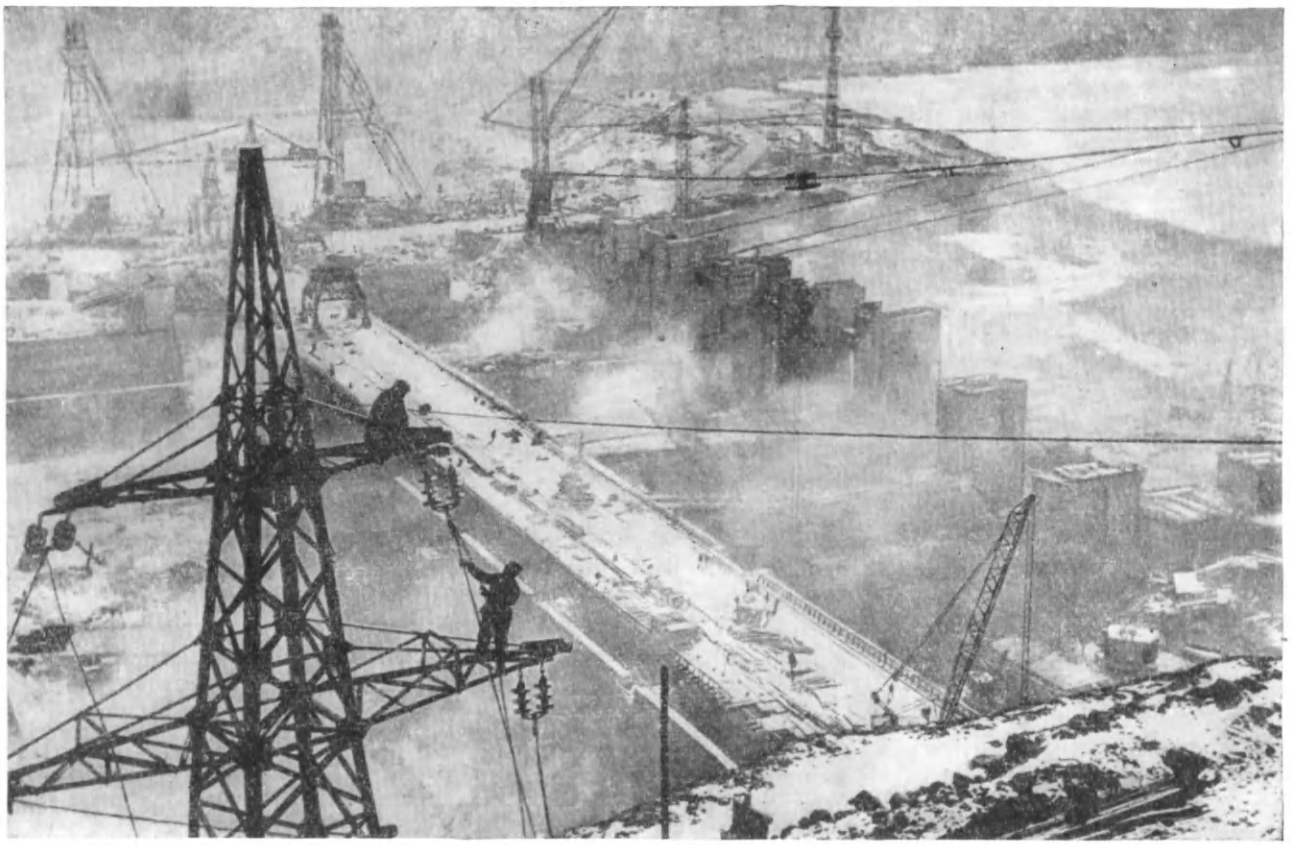
Тоннели, каналы и фундаменты теперь, как правило, тоже возводят из сборного железобетона. Чтобы подвезти эти детали и установить с помощью кранов на место, приходится делать временные дороги — ведь постоянных еще нет. Делают их так. Автокран укладывает впереди себя прочные железобетонные плиты. Уложит плиту, въедет на нее, кладет следующую. Где прошел автокран, осталась лента бетонной дороги. Но вот закончился нулевой цикл, появились постоянные дороги. Кран грузит железобетонные плиты на автомашину, и они отбывают на новую строительную площадку, чтобы снова превратиться в дороги.

На строительную площадку непрерывным потоком идут сборные железобетонные и стальные конструкции — колонны, подкрановые балки, панели стен, стропильные фермы и плиты кровли. Гусеничные, автомобильные, башенные краны подхватывают детали и конструкции, устанавливают на положенные места. Днем и ночью на головокружительной высоте работают монтажники-высотники, прикрепив к конструкциям свои пояса. Но прежде, конечно, здесь, как и на любой стройке, тщательно проверяется каждая установленная конструкция, и только после этого окончательно ее закрепляют болтами, электросваркой, бетоном.

Монтажники технологического оборудования, как уже говорилось, не ждут окончания сборки корпуса. Они приступают к работе, как только готовы фундаменты и площадки для установки машин и аппаратов. А сделать им предстоит немало. Современное промышленное предприятие — комплекс сложнейшей техники: здесь тысячи разных аппаратов и машин, десятки километров различных трубопроводов, сотни километров электрокабелей и проводов. Все эти аппараты и машины должны быть не только установлены на место, но и налажены, отрегулированы. И не только каждый аппарат в отдельности, но и все вместе, вся технологическая линия целиком.

Большая, трудная и ответственная работа по монтажу тоже выполняется индустриальными методами. Трубопроводы сейчас монтируют из заранее собранных узлов, аппараты — крупными блоками. Монтажники научились устанавливать на фундаменты собранные заранее технологические аппараты весом в несколько сот тонн. На их установку уходит всего несколько часов. А еще не так давно эти аппараты собирали прямо на фундаменте, лист за листом, городили для этого деревянные леса, работали на высоте, в опасных и неудобных условиях. И уходило на сборку аппарата несколько месяцев.

В последнее время появилась на промышленном строительстве интересная новинка. Чтобы легче разобраться в сложном переплетении трубопроводов, правильно расставить аппараты, проектировщики делают в уменьшенном масштабе точную модель цеха, его макет. На этом макете они расставляют модели аппаратов, соединяют их проволочками, изображающими трубопроводы и линии энергопитания. Такой объемный макет гораздо надежней и удобней плоского, условного чертежа. Он помогает проектировщикам избежать мно-



Общий вид строительства Красноярской ГЭС.

гих ошибок, а монтажникам легче разобраться, где что стоит, куда какая труба идет.

Широкое применение деталей заводского изготовления, мощных механизмов и эффективных материалов позволило намного сократить сроки строительства. Теперь большие химические заводы вводятся в действие за 2—2,5 года, прокатные станы — за 1,5—2 года, доменные печи - меньше чем за год.

Набережные, каналы, плотины

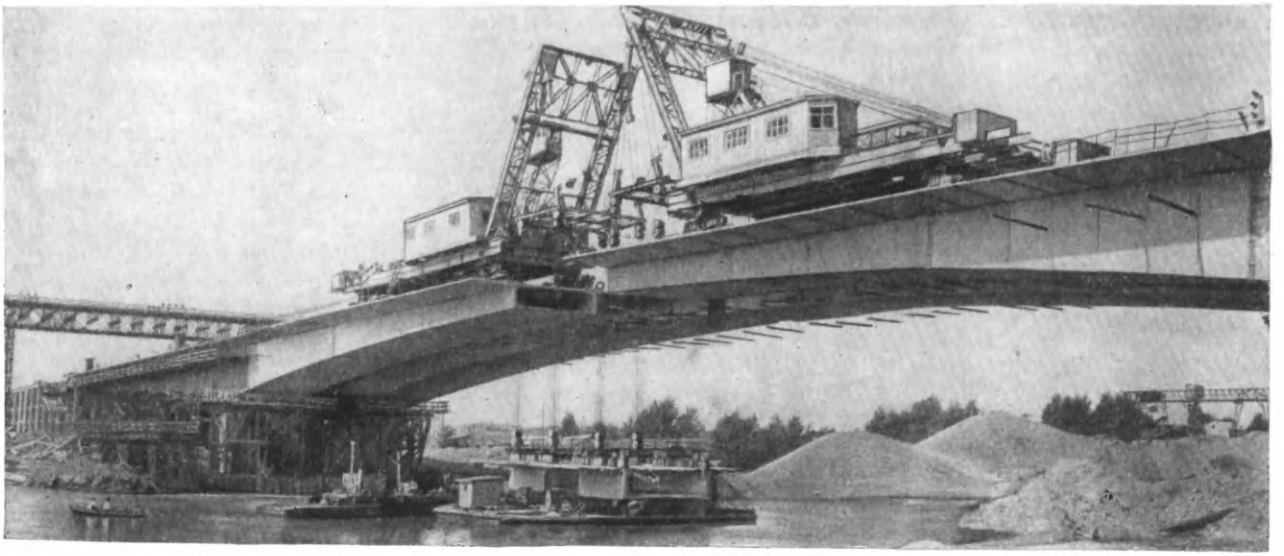
Гидротехнические сооружения можно условно разделить на три основные подгруппы.

Первая подгруппа — это набережные, причалы, молы, пирсы и т. п. Их возводят обычно из сборного железобетона и примерно такими же методами, что и каркасы промышленных зданий. Отличие состоит в том, что конструкции гидротехнических сооружений этой подгруппы растут не вверх, а в длину. Поэтому их монтируют не кранами башенного типа, а тяжелыми гусеничными или козловыми кранами и в ряде случаев плавучими.

При возведении таких сооружений зачастую приходится забивать железобетонные сваи. Эту работу выполняют, как мы уже знаем, с помощью копров или вибропогружателей. В последнее время в гидротехническом строительстве часто применяют любопытную конструкцию — сваи-оболочки. Это тонкостенные железобетонные цилиндры диаметром до 1 *м*; на их нижней кромке — металлический нож.

Сваю-оболочку ставят на дно водоема; струей воды под давлением размывают под сваей грунт, а сверху действуют на нее вибропогружателем. Нож разрезает грунт, и железобетонный цилиндр легко опускается на нужную глубину. Потом внутреннюю полость сваи-оболочки освобождают от набившейся туда земли и заполняют бетоном.

Вторая подгруппа гидротехнических сооружений — каналы. Они тянутся на десятки ки-



Строительство моста.

лометров, соединяя между собой в единый водный путь реки и озера. Все знают, конечно, такие каналы, как Беломорско-Балтийский, им. Москвы, Волго-Донской им. В. И. Ленина, Волго-Балтийский. Эти каналы оснащены сложными системами шлюзов, насосных станций, набережных, причальных стенок и т. п.

Строительство всех этих устройств ведется уже известными нам методами. А на строительстве русла канала работают сотни землеройных машин. Мощные экскаваторы выбирают грунт, отваливают его в сторону или грузят на многотонные самосвалы; скреперы и бульдозеры ровняют дно канала; многоковшовые экскаваторы— с ковшами, расположенными на наклонной стреле,— отрабатывают откосы канала.

Если грунты, по которым проходит канал, пропускают воду, дно и откосы канала «одевают» водонепроницаемыми железобетонными плитами.

Третья подгруппа — плотины, перегораживающие реки и создающие водохранилища, которые дают необходимый для турбин гидростанций напор воды.

Плотины, земляные или бетонные, в теле которых в ряде случаев расположена электростанция, возводят на подготовленном для этого дне реки. Так как работать под водой практически невозможно, место работ отгораживают от реки временной плотиной — п е р е м ы ч к о й, и вся вода устремляется в оставшийся открытым проход — п р о р а н.

З е м л я н ы е плотины часто возводят гидронамывом. Делают это так. В карьере грунт разрабатывают гидромониторами. Они напоминают пожарные брандспойты, только больше размером. Бьющая из них под большим давлением вода размывает грунт, он стекает в водосборники, а отсюда насосы гонят его по трубопроводам к месту укладки. Доставившая его вода уходит в реку, а грунт плотными слоями ложится в тело плотины.

Для возведения б е т о н н ы х п л о т и н на строительной площадке строят временные бетонные заводы. Это полностью механизированные и автоматизированные предприятия, круглосуточно вырабатывающие бетонную смесь. Подвесные канатные дороги, автосамосвалы, портальные краны перевозят бетонную смесь к месту ее укладки. Хорошо организованное бетонное хозяйство — основа гидротехнического строительства. Ведь объемы бетонных работ здесь исчисляются многими миллионами кубометров.

Когда работы внутри перемычки закончены настолько, что тело плотины поднялось выше уровня воды в реке, перемычку разрушают. Затем проран заваливают каменными глыбами, бетонными кубами. Они должны быть тяжелыми, иначе бешено несущаяся через все более узкий ход вода потащит их за собой. Проран перекрыт; в плотине закрыты щитами все водосливные отверстия; в водохранилище начинает накапливаться вода.

Обычно большие гидротехнические сооружения состоят из всех трех перечисленных выше подгрупп. Цимлянский, Куйбышевский, Братский и другие гидроузлы — это и плотины, и каналы, и набережные, и шлюзы. Строительство каждого такого узла имеет свои особенности; общими для строительства всех гидротехнических сооружений являются те методы, о которых рассказано выше.

Строительство дорог

В любом дорожном строительстве есть три основных вида работ (не считая, конечно, возведения вспомогательных сооружений): по устройству земляного полотна, верхнего строения и искусственных сооружений.

Земляное полотно — это та насыпь или выемка, по которой проходит дорога. Устройство земляного полотна — это уже знакомые нам земляные работы. Только выполняют их на очень длинном участке. В зависимости от высоты насыпи или глубины выемки, их взаимного расположения, характера грунта и от других обстоятельств выбирают те или иные наиболее подходящие для данного случая механизмы — экскаваторы, бульдозеры, скреперы. Если вблизи строящейся дороги имеется вода (река, озеро), бывает выгодно возвести насыпь средствами гидромеханизации.

Затем строители уплотняют тело полотна, добиваясь его полной, быстрой и окончательной осадки. Делается это путем укатки насыпи механическими катками, тракторами, даже автомашинами. Одновременно насыпь увлажняют, поливают водой. Хорошо уплотнять насыпь кулачковыми катками, на которых в шахматном порядке торчат выступы-кулачки. Применяют для уплотнения насыпей и вибромеханизмы. Насыпи, возведенные гидронамывом, уплотнять не надо, в них грунт и так лежит очень плотно.

Земляное полотно и под железную и под шоссейную дороги делают примерно одинаковыми методами. При устройстве верхнего строения сходство исчезает. Верхнее строение железной дороги — балластный слой из щебня, гравия или песка, деревянные, пропитанные составом против гниения, или железобетонные шпалы и, наконец, рельсы. Верхнее строение шоссе — это его одежда, состоящая из основания и покрытия (более подробно об этом рассказано в статьях «Железнодорожный путь» и «Автомобильные дороги»).

В систему любой (или почти любой) дороги входят мосты. Это сложные и ответственные сооружения, собираемые из железобетона или металла. При их возведении приходится выполнять и гидротехнические работы: делать в русле реки фундаменты под промежуточные опоры — быки.

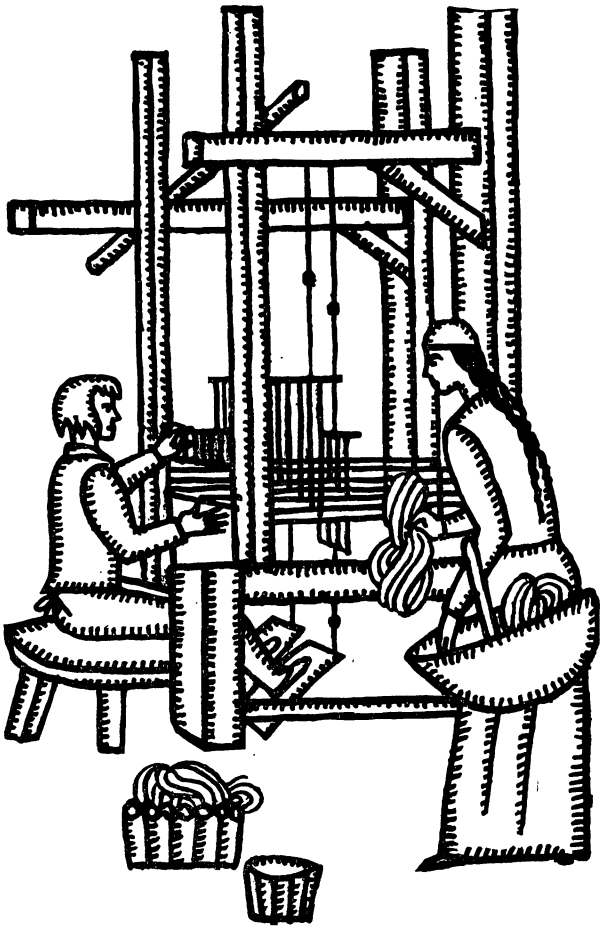
Железобетонные или металлические конструкции мостов заранее готовят на заводах. На месте работ их собирают в крупные блоки и различными способами с помощью разнообразных приспособлений устанавливают на место.

Иногда весь пролет моста собирают у берега на баржах или понтонах и по воде доставляют к месту установки; иногда (по уже смонтированным пролетам) продвигают блоки от опор один навстречу другому; иногда двумя кранами монтируют сразу две полуарки моста, опирающиеся пятами на смежные опоры, а головами одна в другую; иногда конструкции моста бетонируют на месте, выстроив для этого сложные поддерживающие леса и опалубку. Всех способов, пожалуй, и не перечислишь.

* * *

Наш рассказ подошел к концу. Не обо всех видах строительных работ говорится в статьях этого раздела, но о главном здесь сказано. И мы надеемся, что, прочитав статьи о строительстве в Детской энциклопедии, вы заинтересуетесь темой стройки, прочитаете еще много хороших книг о строительстве и строителях и, быть может, сами решите выбрать эту замечательную профессию. Повсюду в нашей необъятной стране растут жилые районы, поднимаются заводы, фабрики, электростанции, прокладываются дороги, строятся морские порты и аэродромы, телевизионные башни и специальные исследовательские лаборатории. И всюду нужны ваши молодые руки, сильные и умелые.

■



КАК ИЗГОТОВЛЯЮТ ОДЕЖДУ И ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ

НАС ОДЕВАЕТ ТЕХНИКА

Канул в прошлое век ручного труда в текстильной и швейной промышленности. На помощь человеку пришли механизмы, станки и автоматические линии. Тот, кто бывал, скажем, на московских шелковых комбинатах им.Свердлова и Щербакова или на ткацкой фабрике им. Фрунзе, видел, как четко и слаженно работают автоматические станки. А всего за семилетие, с 1959 по 1965 г., вводится в строй более полутораста автоматизированных предприятий легкой промышленности.

На наших глазах меняется не только техника изготовления тканей, но и то, из чего их делают.Химия ныне открыла для нас колоссальные возможности. Красивы и добротны, например, ткани из лавсана. Их выпускают московские комбинаты им. Свердлова и Щербакова, рижская фабрика «Ригас Аудумс», Калининский камвольный комбинат и другие предприятия.

Нарядны трикотажные изделия из синтетических волокон. Большой популярностью пользуется, к примеру, объемная синтетическая

пряжа мэрон. Рубашки, джемпера, кофты из этой пряжи не уступают по своим качествам изделиям из натуральной шерсти. Их изготовляют на подмосковной Косинской фабрике и ряде других трикотажных фабрик. А трикотажные изделия из акрилановой и орлоновой объемной синтетической пряжи делают на Загорской и Подольской фабриках. Рубашки, сшитые из такой пряжи, не боятся моли. Специальные фанговые машины, установленные на этих фабриках, выполняют самые различные переплетения нитей, имитируя ручную вязку.

Но для того чтобы выпускать больше тканей с такими чудесными свойствами, нужно иметь повсеместно современное оборудование. Поэтому особое развитие в наши дни получат машины для производства химических волокон. К 1970 г., например, в четыре раза увеличится выпуск машин для изготовления материалов, которые не надо ни прясть, ни ткать. Их называют нетканными материалами.

Современная промышленность производит также большое количество так называемых кожзаменителей, из которых делают плащи, пальто, куртки, обувь. Такие материалы выпускают на московском заводе «Кожемит», калининском комбинате «Искож». А на богородском заводе «Кожзаменитель» делают поливинилхлоридную пленку для плащей. Этот пленочный материал морозостоек, легок, хорошо окрашивается в самые различные цвета. Причем плащи из него не шьют на швейных машинах, а «сваривают» с помощью токов высокой частоты. Работники швейной промышленности научились также заменять иглу с ниткой еще и клеем.

Разработкой и созданием новых видов волокон и тканей, новых фасонов одежды и новых методов их изготовления у нас в стране занимается большой отряд научных работников во многих научно-исследовательских институтах хлопчатобумажной, швейной и шерстяной промышленности, институте промышленности химических волокон и др.

Иными словами, ваше платье делается не только руками прядильщиц, ткачей и швей, но и усилиями сотен и тысяч специалистов самых разных областей науки и техники.

ОТ ВОЛОКНА ДО ТКАНИ

Если вы внимательно рассмотрите ткань вашего платья, то увидите, что она состоит из отдельных нитей, тесно переплетенных между собой. А нить в свою очередь сделана из отдельных тоненьких волоконец, у которых длина примерно в тысячу раз больше толщины. Соединять отдельные короткие и тонкие волокна в длинные нити — п р я ж у — и делать из нее ткани человек научился еще в глубокой древности. При этом люди использовали те волокна, которые им давала окружающая природа. Сначала это были волокна диких растений, потом шерсть животных, волокна льна и конопли. С развитием земледелия начали выращивать хлопчатник, дающий очень хорошее и прочное волокно.

В наше время, кроме волокон н а т у р а л ь н ы х, природных, которые формируются в растениях и на кожном покрове животных, применяют х и м и ч е с к и е. Нас уже не удивляет, когда ткани, по виду напоминающие шерстяные или шелковые, оказываются сделанными из химического волокна.

Натуральные текстильные волокна

Большинство волокон состоит из веществ, которые относятся к высокомолекулярным соединениям — полимерам (см. статьи раздела «Химическая промышленность»). Из встречающихся в природе к таким полимерам, например, относятся ц е л л ю л о з а — основная часть растительных волокон, к е р а т и н и ф и б р о и н — основные белковые вещества, из которых состоят шерсть и шелк.

Важнейшее природное текстильное волокно — хлопок. Это волоски на семенах хлопчатника. На хлопкоочистительных заводах хлопок-сырец очищают от листьев и коробочек, а затем отделяют волокна от семян на специальных машинах — в о л о к н о о т д е л и т е л я х. После этого волокно прессуется в кипы.

Длина волокон хлопка различна — от 10,3 до 60 *мм*. Хлопковое волокно тонкое (средняя толщина 20—22 *мк*), но очень прочное (выдерживает нагрузку 4,5—5 *г*). Оно дешевое, хорошо красится. Из хлопка получают тонкую,

равномерную и прочную пряжу и делают из нее самые разнообразные ткани — от тончайших батистов и маркизетов до толстых обивочных тканей.

Текстильные волокна получают также из стеблей и листьев растений. Такие волокна называют лубяными. Они бывают тонкие (лен, рами) и грубые (пенька, джут и др.). Из тонких волокон делают различные ткани, из грубых — мешковину, канаты и веревки. Из листовых волокон, еще более грубых и жестких, также делают канаты.

Шерсть — волокна волосяного покрова некоторых животных —давно известна людям. Основную массу шерсти (до 95%) дает овца. По своему значению для народного хозяйства шерсть занимает второе место после хлопка. У нее много весьма ценных свойств: она легка, плохо проводит тепло и хорошо поглощает влагу.

Но не все волокна в шерсти одинаковы. Наиболее ценно тонкое, упругое, гибкое и извитое волокно — пух. Хуже по своим качествам более толстое и менее извитое волокно — так называемая ость.

Кроме того, в шерсти есть еще промежуточное по свойствам волокно — переходный волос — и, наконец, малопрочное и очень жесткое волокно — мертвый волос. Овец стригут или раз в год — весной (при этом шерсть снимается сплошным пластом — руном), или дважды — весной и осенью. При осенней стрижке шерсть получается в виде клочков.

На фабриках первичной обработки—ш е р с т о м о й к а х — шерсть освобождают от грязи и посторонних примесей. Руно, одинаковое по своим свойствам, объединяют в общие партии. Из шерсти делают гладкую пряжу, а также пушистую, толстую. На поверхности гладкой ткани хорошо виден рисунок переплетения нитей. Такие ткани прочны, легки, мало мнутся. Из них шьют различные предметы одежды— платья, костюмы, пальто.

Шерсть — единственное натуральное волокно, которое может образовывать войлокообразный настил. Такие ткани и ткани с ворсом, еще более тяжелые и толстые, называются с у к о н н ы м и.

А натуральный шелк получают так. Когда гусенице тутового шелкопряда приходит время превращаться в куколку, чтобы затем стать бабочкой, она выпускает из себя тоненькую нить, прикрепляет ее к сухой веточке и сплетает себе из этой нитки теплое и уютное гнездышко — кокон (см. ст. «Шелководство» в т 6 ДЭ). Вот из этих-то тончайших ниточек и делают шелк.

Шелковые коконные нити состоят из двух шелковинок, склеенных между собой особым веществом — серицином. В коконе нити уложены в 40—45 слоев, длина их достигает 700—800 *м*. Если дать куколке превратиться в бабочку и выйти из кокона, в шелковых оболочках появятся дырочки. Такие коконы очень трудно разматывать. Поэтому куколку умерщвляют, обрабатывая коконы горячим воздухом, а затем, чтобы они не гнили, сушат. Так как шелковая нить очень тонкая (средняя толщина ее 25—30 *мк*), при разматывании соединяют нити нескольких коконов (от 3 до 10). При этом нити прочно склеиваются серицином. Такую нить называют шелком-сырцом.

Искусственные и синтетические волокна

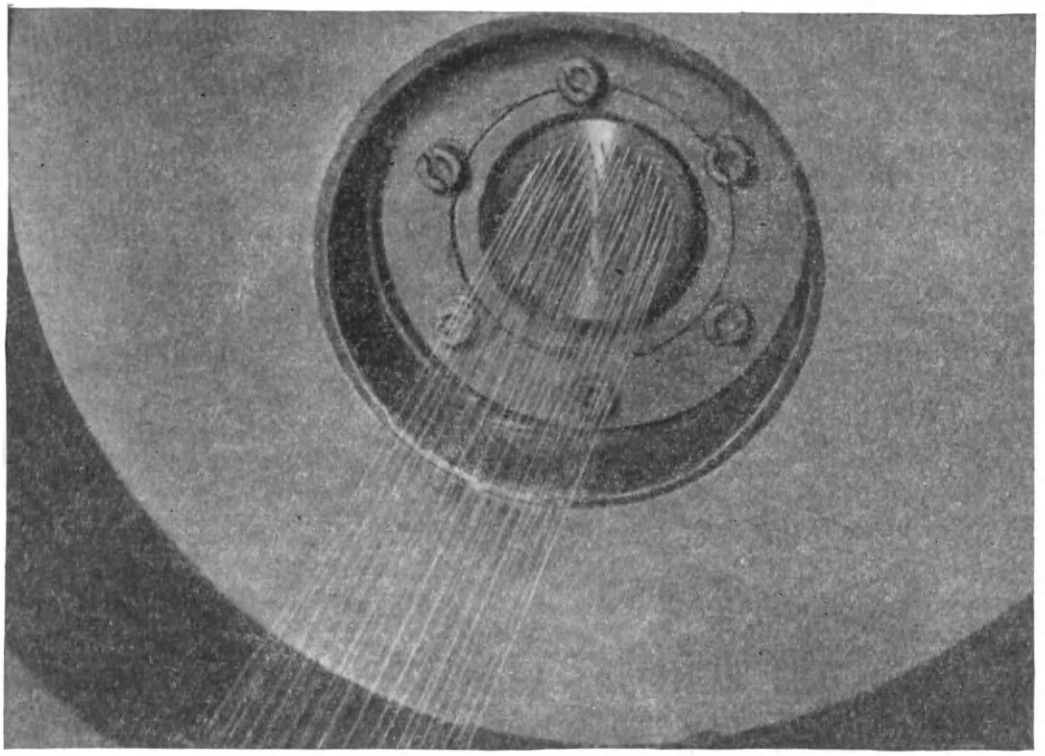
Природное сырье уже давно не в полной мере удовлетворяет человека. Натуральные волокна, например, слишком коротки, недостаточно прочны, требуют сложной технологической обработки. И люди стали искать сырье, из которого можно было бы дешевым способом получать ткань, теплую, как шерсть, легкую и красивую, как шелк, дешевую и практичную, как хлопок.

В конце концов такое волокно было создано. Его стали делать химическим путем и из природных полимеров, главным образом целлюлозы, получаемой из дерева, соломы и т. п. (такое волокно называется и с к у с с т в е н н ы м), и из синтетических полимеров (с и н т е т и ч е с к о е волокно).

При производстве химических волокон сырье растворяют или расплавляют и получают жидкую и вязкую массу. Затем эту массу выдавливают через мельчайшие отверстия ф и л ь е р ы.

Скорость формирования химического волокна очень велика — 3000 *м/мин*. При этом из 1 $м^3$ древесины ели можно получить 1500 *м* вискозной ткани. Вы поймете, как это много, если узнаете, что шелкопряд за свою жизнь дает только один кокон — 0,5 *г* шелковой нити 700 *м* длиной, а с самой лучшей овцы можно получить 6—7 *кг* шерсти в год.

В зависимости от вида исходного сырья и условий его формирования можно получать волокна с самыми различными, заранее намеченными свойствами. Чем сильнее тянуть струйку в момент выхода ее из фильеры, тем прочнее



Фильера — деталь машин для производства химических волокон. Она делается из тугоплавких металлов—платины, нержавеющей стали и др.— в форме цилиндрического колпачка или диска с тонкими отверстиями. Через эти отверстия продавливают расплавленную массу и получают нити.

получается волокно. Иногда химические волокна даже превосходят по прочности стальную проволоку такой же толщины. Такие нити незаменимы в технике.

Из химических волокон делают самые разнообразные ткани. Одни из них — очень тонкие, легкие и прозрачные — превосходят по качеству и красоте натуральный шелк. Другие — более плотные, ворсистые, мягкие — очень похожи на шерсть, но в то же время они прочнее ее.

Семья химических волокон все время увеличивается. Сейчас их уже более 50 видов.

Изготовление пряжи

После того как получены волокна, можно перейти к изготовлению пряжи. Для большинства химических волокон, которые сразу производят заданной длины и толщины, дальнейшая обработка не нужна. А вот для натуральных волокон, имеющих (за исключением шелка) незначительную длину, она необходима и сводится в основном к тому, что отдельные волокна скручивают в тонкие гибкие нити.

В течение многих столетий люди пряли вручную — вытягивали пальцами из массы волокон узенькую ленточку и скручивали ее. Позднее это стали делать с помощью ручных веретен. Потом появилась первая текстильная машина — прялка. Затем — самопрялка, которая одновременно скручивала пряжу и наматывала ее на веретено. Все эти машины приводились в действие мускульной силой человека.

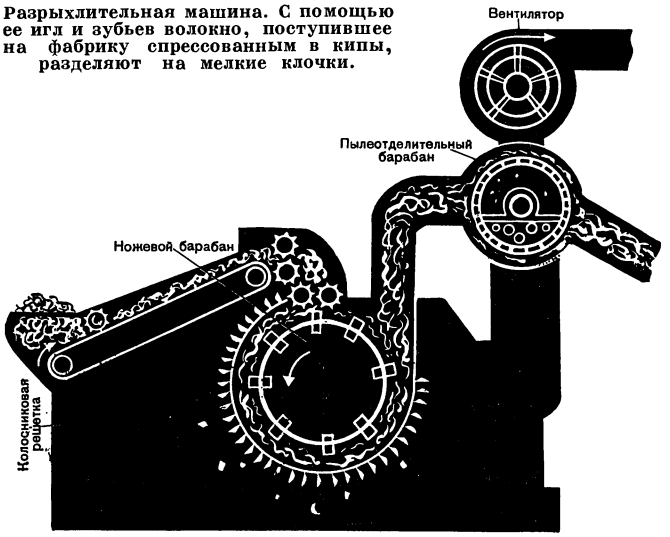
Современное прядение — одно из основных производств текстильной промышленности — в высокой степени механизировано и автоматизировано. Так как текстильные волокна различны по своим свойствам, для переработки их в пряжу применяют и машины разных конструкций, и разную технологию.

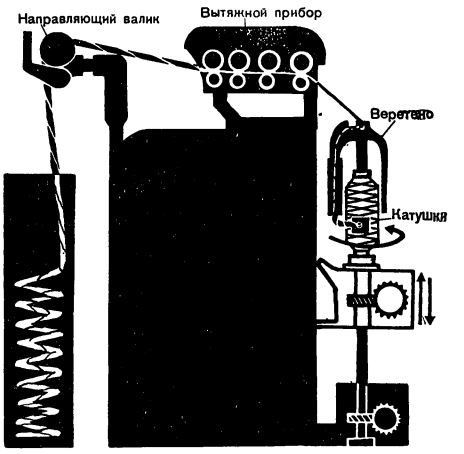
Посмотрим, как перерабатывают хлопковое волокно.

Сначала волокно, поступившее на фабрику спрессованным в кипы, разрыхляют, т. е. разделяют на мелкие клочки, при помощи игл и зубьев р а з р ы х л и т е л ь н о й машины. Затем в т р е п а л ь н о й машине при помощи специального барабана от волокна отделяют сор, и оно еще больше разрыхляется. При разрыхлении и трепании волокно много раз перемешивается.

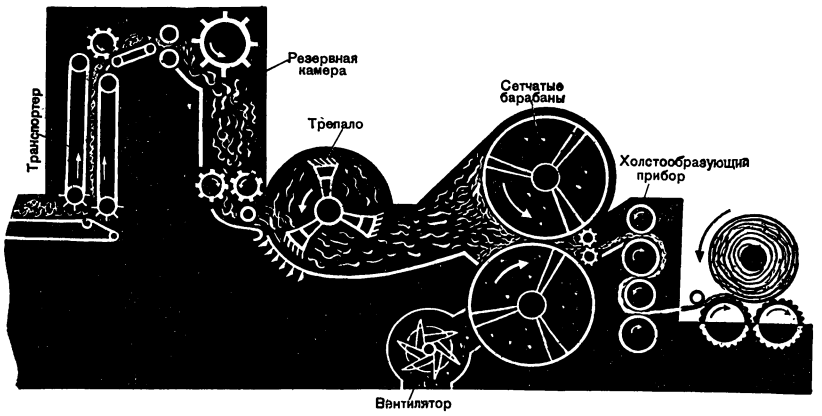
Дальше массу хлопка разделяют на отдельные волокна, окончательно очищают их, рас-

Разрыхлительная машина. С помощью ее игл и зубьев волокно, поступившее на фабрику спрессованным в кипы, разделяют на мелкие клочки.

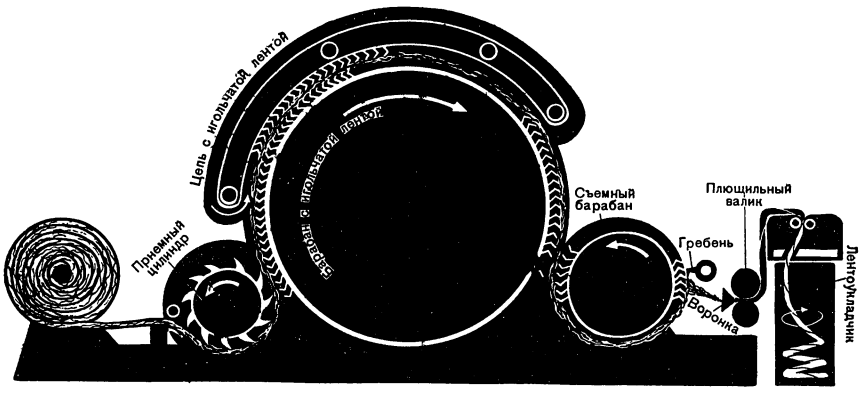




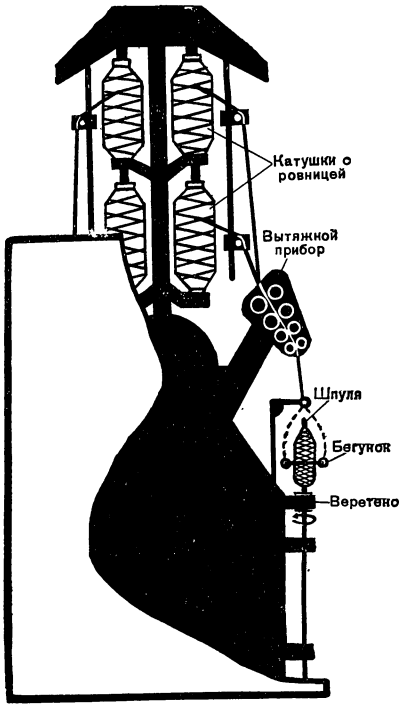
Ровничная машина. На ней ленту, полученную на чесальной машине, вытягивают, слегка скручивая, до тех пор, пока не получится ровница — промежуточная по толщине между лентой и пряжей нить.



Трепальная машина. В ее сетчатом барабане волокна отделяются от сора и еще больше разрыхляются.



Чесальная машина. Все рабочие органы этой машины покрыты игольчатой лентой. Материал пропускают между быстро вращающимся барабаном и медленно вращающимися пластинами игольчатой ленты или валиками. Он разделяется на отдельные волокна и окончательно очищается.



Прядильная машина. Пары валиков вытяжных приборов, вращаясь в разные стороны, вытягивают ровницу до тонины пряжи, а веретена скручивают и наматывают ее.

прямляют и располагают параллельно друг другу. Эту сложную работу выполняют на чесальных машинах. Поверхность рабочих органов этих машин покрыта игольчатой лентой. Материал пропускают между быстро вращающимся барабаном и медленно вращающимися шляпками (узкие пластины игольчатой ленты) или валиками. Чтобы получить самую гладкую, тонкую, особо прочную пряжу, волокна, кроме того, зажимают сначала одним, а затем другим концом и прочесывают специальными гребнями. Короткие волокна и примеси при этом не удерживаются в зажимах и вычесываются.Ткани, сделанные из такой прочесанной пряжи, называют гребенными.

После чесания получают тонкий слой волокон — *ватку*, или *прочес*. На тех же машинах ватка превращается в толстый, рыхлый жгут — *ленту*. Ленту выравнивают по толщине на ленточных, или ровничных, машинах. Несколько лент складывают вместе и вытягивают, слегка скручивая, до тех пор, пока не получится *ровница* — промежуточная по толщине между лентой и пряжей нить.

И, наконец, на прядильных машинах из ровницы получают *пряжу*. Ровница вытягивается, скручивается и наматывается одновременно.

В прядении волокон сейчас применяют вытяжные приборы различных конструкций. Основу их всех составляют вытяжные пары — валики, вращающиеся в разные стороны. Лента, а затем ровница постепенно вытягиваются, двигаясь от одной пары валиков к другой. Приборы сверхвысокой вытяжки растягивают их в 200—300 раз и дают возможность получать пряжу прямо из ленты.

Производство тканей

Теперь можно перейти к следующему этапу создания нашей одежды — к ткачеству, т. е. производству тканей из пряжи или непосредственно из химических волокон.

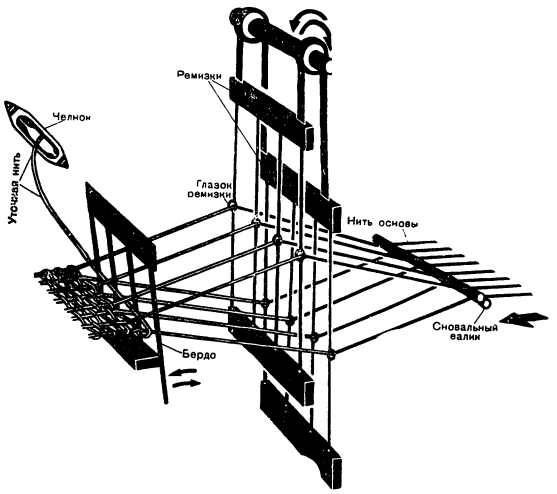
Если рассмотреть поверхность ткани с лицевой стороны в лупу, то видно, как отдельные нити, идущие вдоль куска,— основные — переплетаются с нитями поперечного направления— уточными. Нити основы идут параллельно друг другу вдоль всего куска ткани. Поэтому, прежде чем основная пряжа поступит на ткацкий станок, необходимо уложить рядами ее длинные нити. Для этого их наматывают параллельно на общий валик — навой. При этом нити основы должны быть сильно натянуты, чтобы в процессе ткачества они плотно переплетались с уточными нитями. В то же время они должны свободно раздвигаться всякий раз, когда челнок с уточной нитью пролетает между ними (до 220—240 раз в минуту). А чтобы они не обрывались при ткачестве, их пропитывают специальным клеящим составом — шлихтой.

Все операции, выполняемые с основными нитями до того, как они поступят на ткацкий станок, производятся автоматически на мотальных, сновальных и шлихтовальных машинах.

Уточная пряжа такой подготовки не проходит. Ее иногда лишь увлажняют или эмульсируют, чтобы сделать более упругой и гладкой.

Подготовленные нити основы и утка поступают на ткацкий станок. Нити основы свиваются с навоя, помещенного позади станка, и идут на станок в виде горизонтального полотна под натяжением, которое регулируется грузом или специальными регуляторами. Чтобы можно было управлять порядком раздвигания нитей основы при прокладывании между ними нитей утка (создавать желаемое переплетение нитей в ткани), их предварительно продевают каждую в отдельности через специальную петельку — глазок,— привязанную к планкам рамки, называемой ремизкой, а также между зубьями берда (металлического гребня). Ремизки могут подниматься или опускаться. При подъеме некоторых ремизок (хотя бы одной) часть нитей основы поднимается, а другая опускается, причем между ними образуется пространство (как бы двугранный угол), называемое зевом. В это пространство и пролетает челнок. В челноке находится шпуля с уточной нитью. Сматываясь со шпули, уточная нить остается в зеве, располагаясь между нитями основы. Затем ремизки возвращаются в первоначальное положение и нити основы совмещаются снова в одну плоскость. А бердо, заключенное в качающейся раме (батане), прибивает нить утка к проложенным ранее нитям (опушке ткани). Готовая ткань наматывается на товарный валик в рулон.

На ткацком станке с двумя ремизками (на рисунке показана принципиальная схема его работы) можно вырабатывать только ткани с самым простым переплетением нитей — полотняным. Чтобы получить ткани с более сложными переплетениями, необходимо большее количество ремизок — до 24. Ткацкие станки в таких случаях оборудуются специальными ремизоподъемными каретками. Но бывают станки



Принципиальная схема работы простейшего ткацкого станка с двумя ремизками.

и без ремизок — ж а к к а р д о в ы е. Подъем основных нитей в них производится с помощью крючков, каждый из которых может действовать независимо от других. На подобных станках изготовляют ткани со сложными и крупными узорами, называемые по наименованию ткацкого станка жаккардовыми.

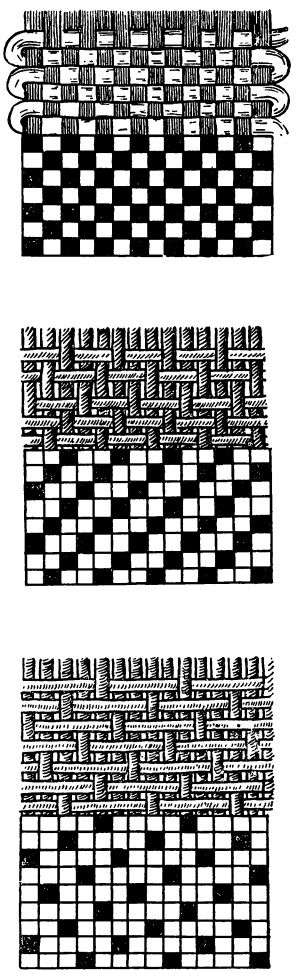
Как же строятся переплетения нитей в тканях? Рассматривая ткани с лицевой стороны, можно заметить, что основные нити ложатся в определенном порядке — то сверху, то снизу утка. Это создает тот или иной рисунок переплетения нитей в ткани и придает ей различные свойства. Количество рисунков ткацких переплетений очень велико. По сложности они делятся на гладкие (или простые), мелкоузорчатые, сложные и крупноузорчатые.

К гладким переплетениям относятся полотняное, саржевое и сатиновое. Самое простое и распространенное из них — полотняное. На рисунке вы можете увидеть, что каждая нить основы в нем переплетается с уточной через одну. Ткань полотняного переплетения очень прочна. Поверхность ее гладкая, матовая, одинаковая с лица и изнанки. Ситец, бязь и многие другие хлопчатобумажные ткани, почти все льняные (полотно, парусина и т. п.), а также шелковые ткани имеют полотняное переплетение нитей.

Ткани саржевого переплетения легко отличить по косым полоскам на поверхности, идущим обычно слева направо и снизу вверх. Такое переплетение нитей имеют главным образом шерстяные ткани: бостон, шевиот, коверкот и др., а также шелковые подкладочные и некоторые хлопчатобумажные ткани.

Поверхность тканей сатинового переплетения гладкая, блестящая, потому что основные и уточные нити в них редко изгибаются. На лицевой стороне такой ткани образуется как бы настил из уточных (или основных) нитей. Однако при таком строении ткань получилась бы недостаточно прочной: ведь основные и уточные нити в ней переплетаются сравнительно редко. Поэтому, чтобы сделать ткани прочнее, их вырабатывают очень плотными. Сатиновое переплетение нитей имеет сатин — ткань, которую вы все хорошо знаете.

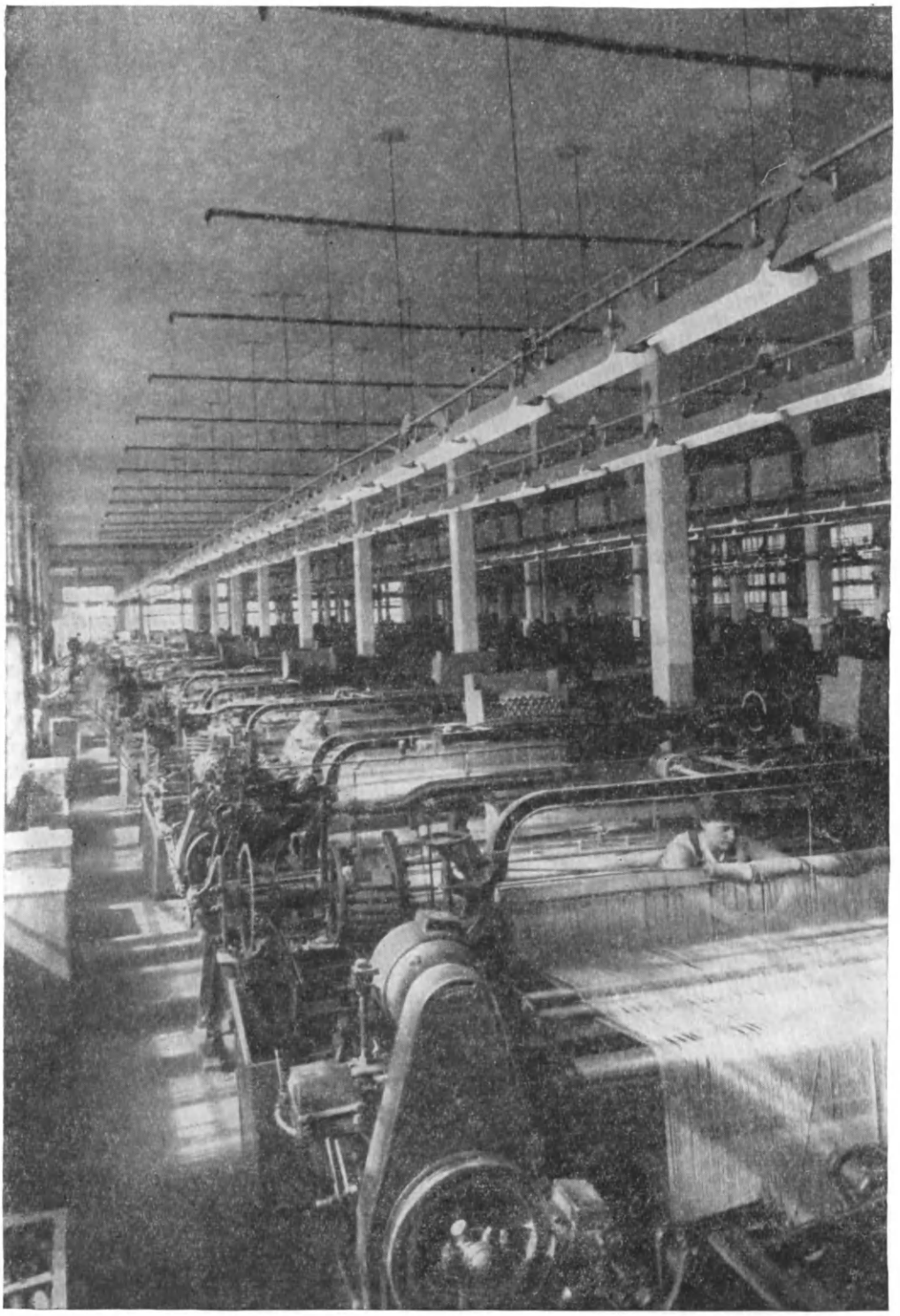
Ткацкие станки бывают ручные, простые механические и автоматические. В р у ч н о м станке все последовательные процессы образования ткани выполняет ткач с помощью простейших приспособлений. Сейчас такие станки применяют только для выработки художественных изделий. В п р о с т о м м е х а н и ч е с к о м станке ткань образуется специальными механизмами, получающими движение от привода. Ткач заменяет пустые («сработанные») уточные шпули полными, устраняет обрывы нитей, наблюдает за работой станка. В а в т о м а т и ч е с к о м ткацком станке на ходу пустые шпули полными заменяет автоматически особый механизм. При обрыве основной нити станок автоматически останавливается. Один ткач обслуживает до 12 простых механических станков и до 48 автоматических. В нашей стране автоматические станки заняли ведущее место в ткацком производстве.



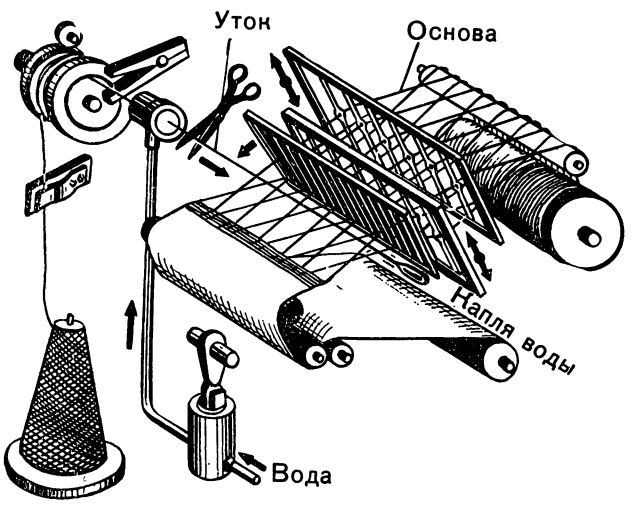
Виды гладких переплетений нитей в тканях: *вверху* — полотняное; *в середине* — саржевое; *внизу* — сатиновое.

Однако ткачество все-таки остается одним из самых трудоемких

В ТКАЦКОМ ЦЕХЕ



Это цех Купавинской фабрики, хорошо известной во всей стране своим высококачественным тонким сукном.



В этом ткацком бесчелночном станке нить утка проталкивается между нитями основы каплей воды, вылетающей из сопла. При помощи специального ролика отмеряется нужная длина уточной нити, и ножницы обрезают ее. Человека, пришедшего в цех бесчелночных станков, поражает отсутствие привычного гула, издаваемого ткацкими станками.

процессов. Многие изобретатели и ученые работают над созданием новых типов ткацких станков — бесчелночных, круглоткацких и др.

В бесчелночных станках уточная нить сматывается не со шпули, которую несет челнок, а с неподвижных бобин (катушек), расположенных вне зева. Нить вводится в зев разными способами, например маленькой захваткой, прокидываемой через зев, так же как челнок в обычных ткацких станках. В других станках уточная нить протаскивается при помощи движущихся навстречу друг другу рапир — металлических лент, в третьих — при помощи капли воды, под большим давлением выталкиваемой из сопла струей сжатого воздуха.

Отделка тканей

Ткань, которую снимают со станков, называется суровой или суровьем. Прежде чем поступить в продажу, она проходит операции отделки. Ткани различного назначения отделывают по-разному. Одни отбеливают, другие окрашивают, на третьи наносят печатный рисунок. Ткани делаются блестящими или матовыми, гладкими или ворсистыми. При окончательной отделке их пропитывают составами, придающими им более красивый вид, мягкость или жесткость, упругость, водостойкость, несминаемость, молеустойчивость и т. п. Гофрированные ткани, например, получают с помощью печатного вала, действуя концентрированной щелочью на хлопчатобумажную ткань при низкой температуре. Места, покрытые щелочью, дают сильную усадку, стягивая участки ткани, свободные от химикатов.

В прежнее время цветные рисунки (узоры) наносились на ткань ручным способом. Такой способ назывался набивкой, поэтому и теперь иногда узорчатые ткани называют набивными. Для набивки изготовляли специальные резные формы с рельефными узорами — манеры, цветки — или наборные, узор которых набирался из медных пластин или проволоки. При набивке форму, покрытую краской, накладывали на ткань и ударяли по ней молотком. Чтобы рисунок был ярче, его расцвечивали кистью от руки.

Однако таким способом раскрашивать ткани медленно и дорого. Поэтому теперь набивка почти не применяется. Современные печатные машины в одну минуту могут нанести рисунок на 125 *м* ткани.

В печатной машине ткань проходит между печатными валами и большим вращающимся металлическим цилиндром. На печатных валах выгравирован углубленный рисунок, на который щеточным валиком наносится краска. При печатании вал прижимает ткань к большому цилиндру и на ней получается рисунок. Чтобы цилиндр не загрязнялся краской и был упругим, между ним и тканью пропускают несколько слоев какой-нибудь другой ткани: прорезиненное полотно и т. п. Каждый печатный вал наносит на ткань часть рисунка только одного цвета. Поэтому на современных печатных машинах бывает до 16 валов.

«Ткани», которые не ткут

Создание новых синтетических материалов помогли ученым и инженерам разработать способы изготовления тканей без ткачества и прядения. Такие «ткани» называют неткаными. Они представляют собой слой волокон, скрепленных тем или иным способом.

Нетканые материалы очень экономичны, так как их можно изготовлять даже из отходов — из коротких неполноценных волокон. Для их изготовления могут быть использованы волокна всех видов: льняные, хлопковые, шерстяные, искусственные и синтетические. И, кроме того, при их производстве не требуется

столько топлива, вспомогательных материалов, электроэнергии, рабочей силы, как при ткачестве.

Способ получения нетканых материалов намного производительнее. Один станок, изготовляющий такую «ткань», может дать за час больше 300 $м^2$, тогда как на лучшем ткацком станке можно изготовить за час лишь 10 $м^2$ ткани. Стоимость таких материалов в несколько раз ниже стоимости тканей. Например, нетканая бортовка стоит в 5—7 раз меньше льняной.

Нетканые материалы отличаются хорошей воздухопроницаемостью, легкостью, отличными теплозащитными свойствами, прочностью, а по виду многие из них не уступают тканям.

Существуют разные способы получения нетканых материалов. В СССР применяются вязально-прошивной и клеевой. По первому способу сначала волокна расчесываются и укладываются параллельно на чесальной машине. С машины сходит легкая, пушистая ватка — прочес. Он поступает на преобразователь прочеса, состоящий из системы конвейеров. Здесь волокна ватки меняют свое направление на 90°: из продольного в поперечное. Ватку складывают в 12—30 слоев. Образовавшийся холст поступает в вязально-прошивную машину. Здесь слои волокна прошиваются хлопчатобумажными или капроновыми нитями.

Можно получить нетканый материал и другим способом: склеивая волокна специальными клеями. В качестве таких клеев можно применять некоторые синтетические волокна, плавящиеся под действием высокой температуры. Если их смешать с волокнами, составляющими основу материала, и пропустить через горячие каландры (металлические валы), то они расплавятся и прочно склеят смесь. Волокна можно проклеить также, опуская их в жидкий каучук латекс.

Применяя разнообразные клеи и смеси волокон, ученые получают ткани, совсем непохожие друг на друга: и мягкие ворсистые, и гладкие. Проклеивая смесь волокон латексами, можно получить бортовочный материал — флизелин. Он упруг, не мнется, не изменяет форму, в 2,5 раза легче льняной бортовки, устойчив к химчистке и стирке. Без ткачества сейчас изготовляют изоляционные материалы, различные фильтры, специальные повязки для больных ревматизмом или радикулитом.

Тяжелые дорогие шерстяные ткани, толстые ватины и ватные прокладки в одежде можно заменить еще одним видом материала. Его получают при соединении недорогих тканых материалов с тонкими пенополиуретановыми пленками (пористые материалы типа поролона). В результате многих опытов ученые пришли к выводу, что наилучший способ получения таких материалов — склеивание на специальной машине текстильной ткани и пленки при помощи резиновых клеев. При соединении тонких трикотажных полотен, хлопчатобумажных, вискозных тканых и нетканых материалов с этой пленкой получается двухслойный материал, одежда из которого по своим теплозащитным свойствам превосходит любую другую. Такая одежда хорошо сохраняет размер и форму, потому что материал практически не садится.

■

НА ШВЕЙНОЙ ФАБРИКЕ

Одежду делают из самых разнообразных материалов. Для зимних вещей используют ткани, плохо проводящие тепло (они лучше греют); для летней, наоборот, употребляют ткани с большой теплопроводностью и воздухопроницаемостью, обычно светлых тонов: ведь светлая ткань лучше отражает солнечные лучи. Одежда моряков или рыбаков не должна промокать, но в то же время должна хорошо пропускать воздух. Белье шьют из мягких, легких, хорошо стирающихся тканей.

На наших швейных фабриках одежду изготовляют непрерывно-поточным способом. Это значит, что рабочие места и оборудование размещаются в цехе последовательно, по ходу технологического процесса, и образуют как бы единый агрегат. От одного рабочего места к другому обрабатываемые полуфабрикаты передаются по конвейеру. Есть такие конвейеры, которые могут менять скорость, перемещать изделия не только вперед, но и назад, а на некоторые рабочие места даже по нескольку раз.

Ткани раскраивают по очерченным контурам с помощью различных машин. Те, что вы видите на снимке, установлены в закройном цехе московской фабрики № 52. Они называются неподвижными или ленточными, так как имеют ножи в форме ленты.

Из чего же складывается рабочий процесс на швейной фабрике?

Прежде всего художники-модельеры создают модели (образцы) одежды. Затем конструкторы разрабатывают выкройки деталей одежды. Но как правильно рассчитать размеры одежды? Ведь с каждого человека мерку не снимешь!

Для этого проведена большая научно-исследовательская работа по изучению особенностей человеческой фигуры и ее изменений в зависимости от возраста, климата района, где человек проживает, и т. д. Сейчас при шитье одежды учитывают не только размер изделия (определяется по полуобхвату груди) и рост (по длине тела), но и полноту (полуобхват талии и бедер).

Как раскраиваются ткани, если одновременно шьется так много изделий? При массовом производстве ткань настилают в несколько десятков слоев, высокой стопкой, и выкраивают сразу десятки деталей. Высота стопки, называемой в швейном производстве настилом, зависит от вида ткани, ее толщины и отделки и т. п. Хлопчатобумажные ткани (ситец, сатин и др.) настилаются в 150—200 полотен; бобрик, драп — в 20—24. На верхнее полотно наносится с помощью лекала контур выкройки изделия.

Ткани необходимо тщательно подготовить к раскрою: промерить их длину и ширину, подобрать по цвету, рисунку и т. д. Экономичность раскроя зависит от того, как разложены на настиле лекала, как подсортированы ткани по длине, ширине и т. д.

Раскраивается ткань по очерченным контурам при помощи машин различных типов: передвижных с прямым или круглым ножом и неподвижных, так называемых ленточных, где нож имеет форму ленты.

У передвижной машины с круглым ножом (применяется при раскрое белья, легкого платья и т. д.) режущей частью служит диск, направляемый рукой человека. Передвижные машины с прямым ножом применяют главным образом для разрезания настила на части. Дальнейшее вырезание из них деталей производится ленточной машиной. Нож такой машины представляет собой стальную ленту шириной 13—15 *мм*, под которую передвигаются ткани. Чтобы детали точно соответствовали нужным размерам, на верхний слой накладывают лекала — выкройки из картона, окантованные жестью.

Скроенные детали (в зависимости от вида и назначения изделия) соединяются различными швами на разнообразных швейных машинах: стачиваются на быстроходных одноигольных машинах, которые делают 500 и более стежков в минуту; стегаются на многоигольных машинах и т. д. Широко распространены швейные машины с зигзагообразной строчкой, машины потайного стежка, вышивальные машины, автоматы для пришивания пуговиц и крючков, петельные машины.

В последнее время применяется новый интересный способ соединения деталей одежды при помощи клея. На ткань наносят клей в виде порошка или синтетической пленки и подвергают ее тепловой обработке на прессах либо проглаживают утюгом. Клеевым методом крепят кромку, края пиджака и т. д. Новый метод позволяет коренным образом изменить технологию швейного производства.

Важную роль в швейном производстве играют различные прессы, утюги, гладильные машины и т. д. В современном гладильном оборудовании температура, время обработки, сила давления регулируются автоматически.

Для разутюживания изделий изнутри применяют очень интересное приспособление — воздушно-паровой манекен. Изделие надевают на стойку манекена, покрывают нейлоновым мешком и наполняют мешок паром под давлением. При этом изделие пропаривается и разглаживается. Чтобы высушить изделие и закрепить его форму, манекен наполняют сухим горячим воздухом — тоже под давлением. Вся обработка длится около минуты.

БОТИНКИ НА КОНВЕЙЕРЕ

Обувь — одна из древнейших принадлежностей человеческой одежды. История ее исчисляется тысячелетиями. Сначала, по-видимому, это были просто куски звериных шкур, которыми наши далекие предки обматывали себе ноги, стремясь защитить их от холода и сырости, от ушибов и порезов. Позднее куски шкур стали сшивать, придавая им форму ноги.

Сейчас швейные операции составляют не более четверти всех операций при изготовлении обуви, однако по традиции производство обуви до сих пор называют пошивкой, а основные цехи обувных фабрик — пошивочными.

Обувь, которую вы носите каждый день,— ботинки, туфли, тапочки, сандалии и т. п.— называют бытовой. Кроме того, существует специальная обувь: производственная, спортивная, военная и др. Разная обувь по-разному закрывает стопу и имеет самую различную форму.

Обувь собирается из большого количества деталей. Так, например, обычный ботинок состоит из 9 кожаных деталей верха, 6 подкладочных деталей из ткани и 9 деталей низа.

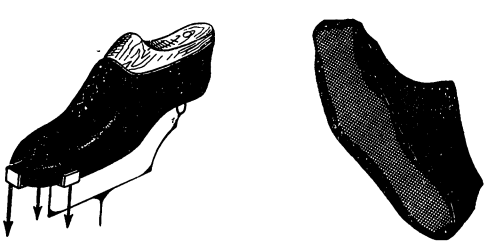
Основные требования к обуви — прочность, легкость, красота и, главное, удобство. Для этого длина обуви должна несколько превышать длину стопы, иметь запас, или припуск. Ведь наша стопа легко выдерживает вес тела потому, что имеет пружинящую сводообразную форму. Когда мы ходим или стоим, стопа может удлиняться в пределах до 1,4 *см* и расширяться до 1,7 *см*. Поэтому, если в обуви нет запаса, нога быстро устает при ходьбе.

Длину обуви определяют расстоянием по оси стельки от крайней точки пятки до крайней точки носка. Расстояние это — размер обуви — измеряется в штихах, специальных единицах длины (один штих равен $^2/_3$ *см*). Номер обуви определяется количеством штихов. Если, например, длина стельки равна 36 штихам (24 *см*), то обуви присваивается номер 36. Такая система определения размеров обуви принята у нас в Советском Союзе. Она называется штихмассовой. Но существуют другие системы: метрическая (за номер принимается длина в 1 *см*), дюймовая (за единицу длины принимается $^1/_3$ английского дюйма, т. е. 8,466 *мм*).

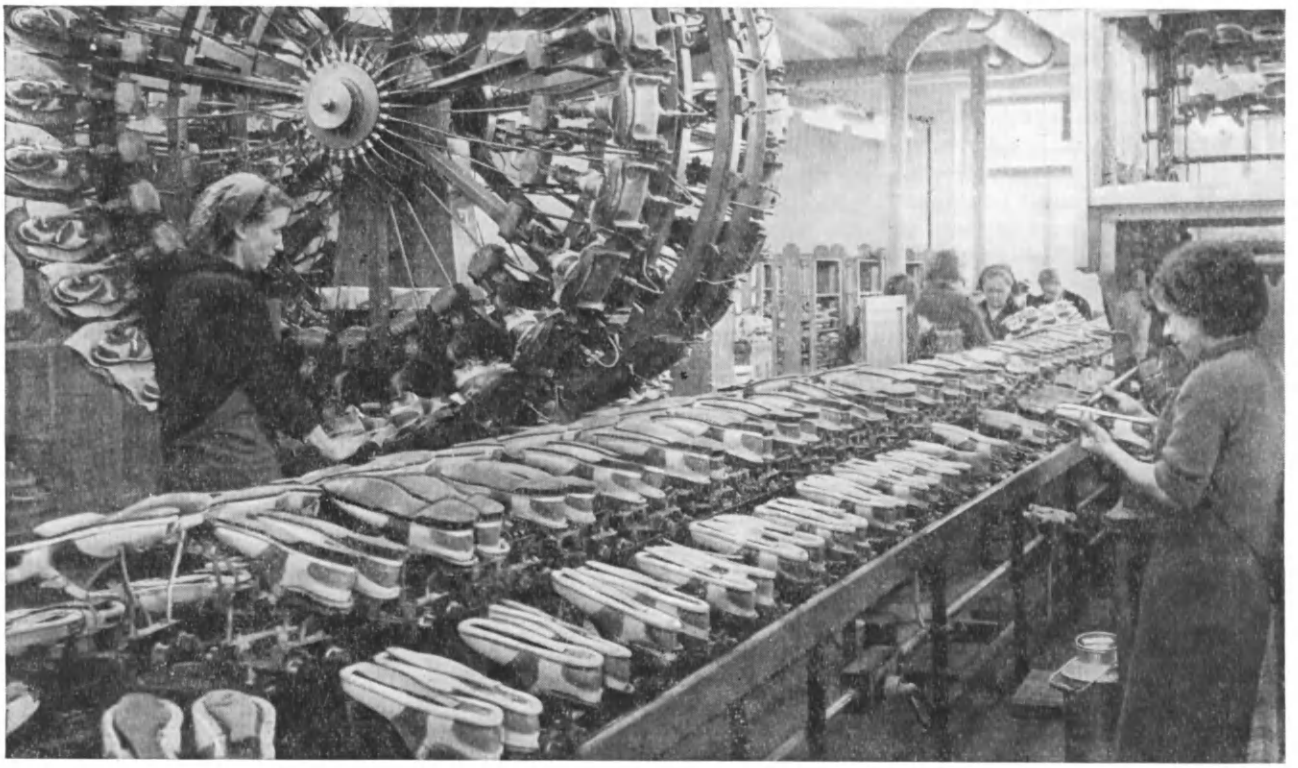
При выборе обуви следует учитывать и ее полноту (высоту, обхват), которая обозначается условно номером, соответствующим величине самой широкой части стопы. Номер полноты вместе с номером длины проставляется на подкладке обуви и на ее подошве около каблука.

Ткани и дерево, резина и картон давно применяются в разных странах при производстве обуви наряду с кожей. В последнее время в обувной промышленности широко используются искусственные материалы, получаемые на химических фабриках и заводах. Эти материалы не только не ухудшают, а даже улучшают качество обуви и вместе с тем делают ее гораздо дешевле.

Вот женские туфли, сделанные из искусственных материалов. Их «биография» довольно длинная. Верх сделан из синтетического каучука. Это очень дешевое сырье. Однако



Заготовку надевают на колодку и вытягивают на обтяжной машине, чтобы придать ей объемную форму.

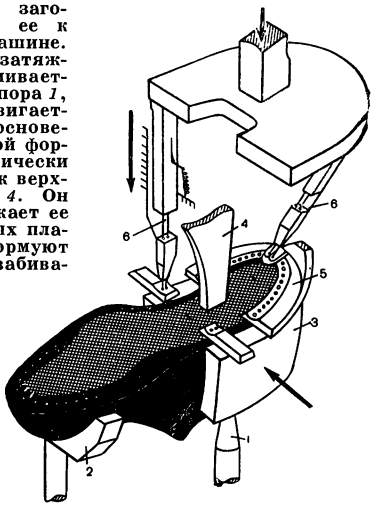


Процесс изготовления обуви делится на ряд операций, выполняемых на конвейере одним или несколькими рабочими.

не так-то просто было получить из него материал, пригодный для производства обуви. Дело в том, что синтетический каучук не пропускает воздуха и нога в сделанной из него обуви не могла бы «дышать». После долгих поисков выход был найден. В каучуковую смесь добавили измельченный хлористый калий, затем полученную массу нанесли тонким слоем на войлок. После термической обработки «кожу» промыли водой; хлористый калий растворился, и на «коже» появилось множество пор.

А подошва этих туфель легче пробки (удельный вес ее всего 0,1—0,2 *г/см*³). Новая микропористая подошва, выпускаемая в настоящее время в СССР, эластична и прочна. В резиновую смесь, из которой делается подошва, вводится особое вещество. Во время вулканизации материала при высокой температуре оно выделяет газ; расширяясь, газ создает множество мельчайших пузырьков, образуя таким образом «воздушную резину». Нога при ходьбе на такой подошве не утомляется.

К материалу, из которого делается обувь, предъявляются очень высокие требования. Прежде всего недопустимо, чтобы он был жестким:



Окончательно формуют заготовку и прикрепляют ее к стельке на затяжной машине. Схема полуавтомата для затяжки пятки. Обувь устанавливается пяткой на штифт упора *1*, носком на упор *2* и вдвигается в машину до соприкосновения ее пятки с обжимной формой *3*. Колодка автоматически прижимается к форме и к верхнему стелечному упору *4*. Он давит на колодку и опускает ее вниз до уровня затяжных пластин *5*, которые и формуют пятку. Затем молотки *6* забивают затяжные гвозди.

ведь во время носки обувь постоянно изгибается, и человек не должен расходовать на это много сил. Кроме того, необходимо, чтобы материал обладал способностью растягиваться, иначе из него нельзя делать обувь. И, наконец, он должен хорошо поглощать влагу, выделяе-

Беззатяжной способ формования обуви. Заготовка пришивается к стельке, а затем вытягивается и формуется с помощью раздвижной шарнирной колодки.

мую стопой (а ее выделяется 0,5—1 *г* в час), и отдавать ее во внешнюю среду, т. е. испарять.

Изготовление обуви делится на следующие основные операции: 1) раскрой материала, 2) подготовка деталей к сборке, 3) сборка и скрепление заготовки (заготовкой называется верх обуви, сшитый из отдельных деталей), 4) формование заготовки, 5) прикрепление деталей низа к заготовке и 6) отделка готовой обуви.

Детали обуви выкраиваются на специальных прессах при помощи резаков (ножей). Стальные лезвия резаков делают в виде замкнутого по форме детали контура. Материал кладут на опорную плиту пресса, устанавливают на него нужный резак, затем опускают ударную плиту. Резаки при этом нужно располагать на куске кожи так, чтобы после раскроя оставалось как можно меньше обрезков.

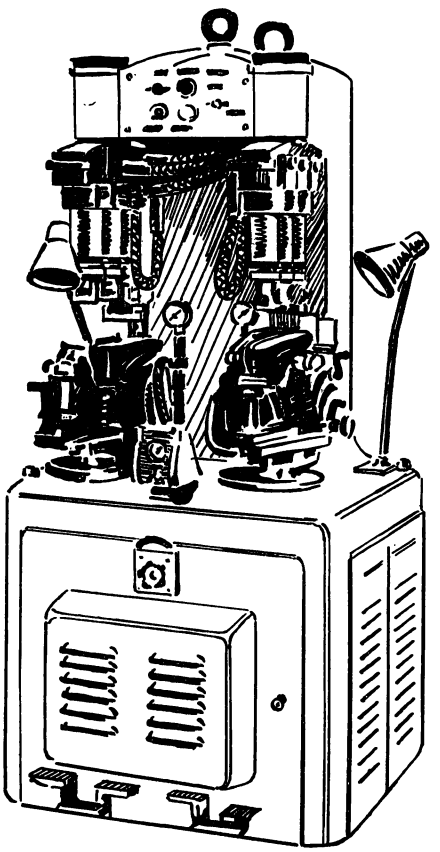
Самые ответственные детали, например *союзки* (деталь верха обуви), выкраивают из центральной, более прочной и толстой части кожи, а второстепенные размещают по краям, как можно ближе одна к другой. Кроме того, каждая деталь должна быть расположена в том направлении, в котором тянется кожа (это, как вы увидите, очень важно при формовании заготовки).

Затем все эти детали соединяют в заготовку и сшивают на швейных машинах различных конструкций. Процесс делится на ряд операций, каждую из которых выполняет один или несколько рабочих.

После этого плоскую заготовку надевают на колодку и вытягивают на обтяжной машине, чтобы придать ей объемную форму. Эта машина оборудована тремя парами клещей с пружинами-амортизаторами и механизмом, регулирующим силу натяжения материала. Заготовку, предварительно надетую на колодку, захватывают сначала средние клещи и вытягивают ее носок в продольном направлении. Эта самая большая натяжка заготовки. Затем боковые клещи вытягивают ее в поперечном направлении, после чего заготовку прикрепляют к стельке. Окончательно формуют заготовку и прикрепляют ее к стельке по всему контуру на затяжной машине.

Сейчас у нас применяется новый, беззатяжной способ формования обуви, при котором заготовка пришивается к стельке по периметру на швейной машине. Затем в заготовку вставляется особым образом устроенная шарнирная колодка. Половинки этой колодки раздвигаются на нужную величину и вытягивают заготовку. При таком способе заготовку делают короче, не оставляя припусков для затяжки. Новый способ позволяет нашим фабрикам сберечь много кожи и благодаря этому увеличить выпуск обуви на сотни тысяч пар.

Подошву прикрепляют к верху обуви на подошвоприкрепительных машинах. У тяжелой обуви (армейской, рыбацкой) ее крепят гвоздями, винтами, деревян-



Пресс для приклеивания подошв.

ными шпильками; у обычной — пришивают или приклеивают.

Пришивают подошву к ранту или к краю заготовки на подошвопришивных машинах с помощью дугообразной иглы и шила. Обувь в машине устанавливается так, чтобы рант помещался на столике, который служит также упором. Затем нажимная лапка прижимает подошвы к ранту, шило прокалывает их и перемещает на длину стежка. Через отверстие, проколотое шилом, проходит игла; на ее крючок накидывается нитка, которую игла протаскивает через материал и подает к челноку, образующему стежок. За 7 часов машина обрабатывает около 500 пар обуви.

Около 800 пар обуви обрабатывает за смену гвоздезабивная машина. Она прикрепляет подошву к обуви всех размеров и фасонов по всему периметру следа или только по его части в 1, 2 или 3 ряда. Гвоздь проходит через подошву, кромку верха и стельку и, ударившись о кнопку упора, загибается на конце в виде крючка. Применяется для этой цели винтовая машина. При помощи гребешков ее вращающегося шпинделя в подошву снаружи вводятся винты из латунной проволоки. Как только винт пройдет через подошву, затяжную кромку и стельку, машина откусывает его ножами вровень с поверхностью подошвы. Производительность машины— около 650 пар обуви за 7 часов.

Для прикрепления подошвы клеем применяются гидравлические или пневматические прессы. Рабочая часть пресса (пресс-секция) состоит из металлической коробки и вмонтированной в нее подушки с резиновой камерой. Верх обуви с наложенной на него подошвой (на которую нанесена предварительно пленка клея) устанавливают на подушку и прижимают к ней сверху рычагами. В подушку нагнетают воздух или воду, и она всей своей поверхностью с давлением 3,5—4,5 *кг/см*^{2} прижимает подошву к следу обуви и склеивает их.

Резиновую подошву формуют из резиновой смеси на прессах для горячей вулканизации. Верх обуви надевают на металлическую колодку. В прессформу, помещенную под колодкой, закладывают сырую резиновую смесь. Колодка с надетой на нее заготовкой опускается на прессформу; резиновая смесь прижимается к следу колодки, расплющивается и заполняет всю прессформу. Прессформа нагревается до температуры, при которой происходит вулканизация резины. Одновременно пленка клея приклеивает подошву к верху обуви.

В конце процесса подошвы шлифуют, а торцы их фрезеруют. Затем на пресс-машине прикрепляют каблук. Подошву и каблук окрашивают и полируют. Верх обуви моют и отглаживают. Обувь готова.

На наших фабриках обувь изготовляют преимущественно непрерывным потоком. Полуфабрикаты передаются с одной операции на другую по непрерывно движущемуся конвейеру, на котором расположены гнезда, где помещается одна или несколько пар обуви. Конвейеры новых типов — многоярусные и многолинейные (в 2, 3 или 4 линии) — позволяют одновременно изготовлять поточным способом несколько видов обуви и совмещать операции на одном рабочем месте.

При изготовлении обуви применяют до 120 видов машин основного назначения и большое количество различных вспомогательных аппаратов и приспособлений. ■

МЕЛЬНИЦА XX ВЕКА

На этот мельничный комбинат ведут стальные и водные пути. Железнодорожные составы доставляют горы зерна. И к ним не прикасаются руки людей.

Проследим путь, который проходит зерно, прежде чем стать мукой.

Груженный зерном вагон на небольшой площадке. Она начинает качаться, и в подземный бункер потоком течет зерно. Это новый метод выгрузки. Стоит надавить на кнопку пульта управления, как через 8 минут опустеет 60-тонный вагон.

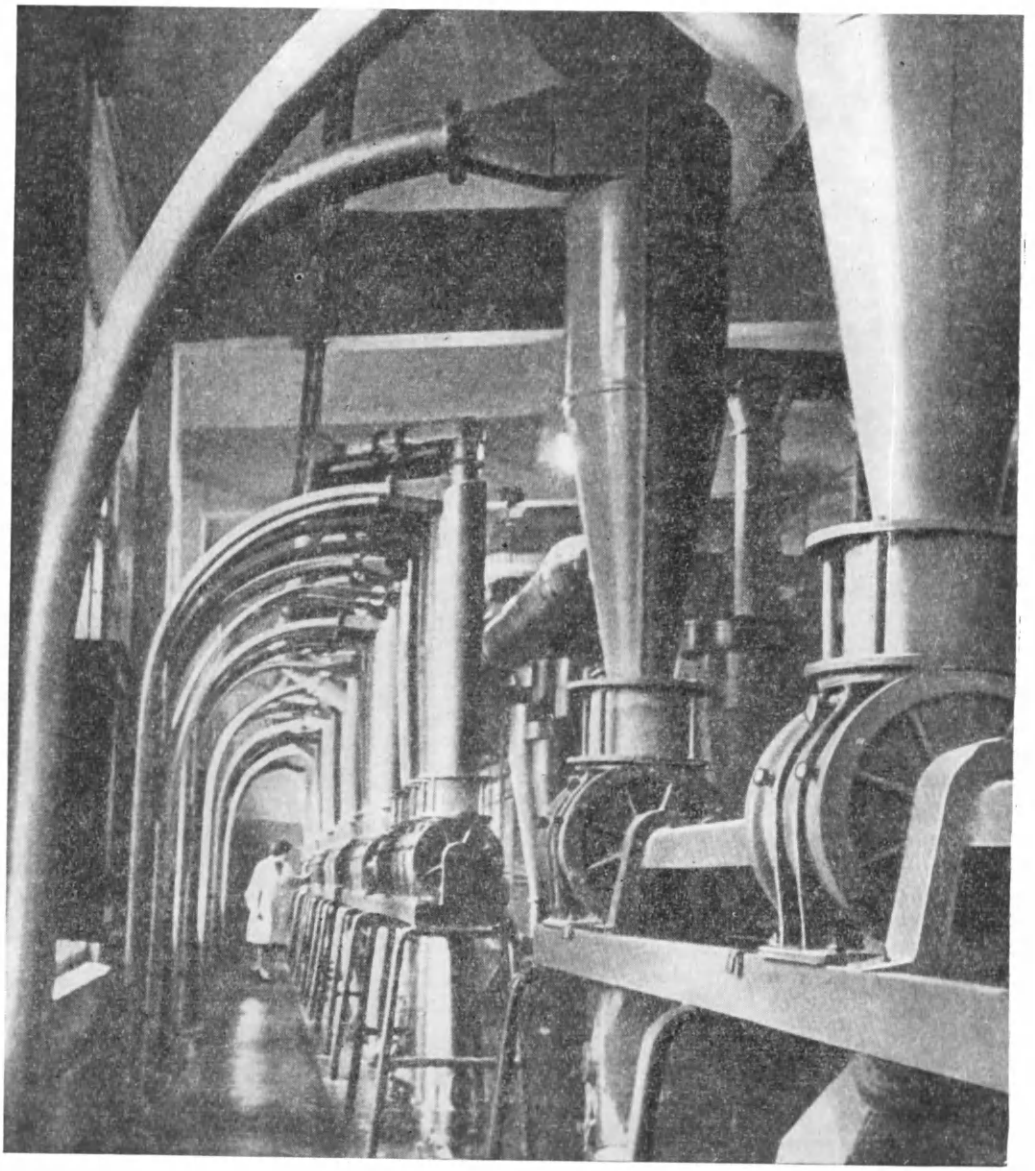
Когда придет навигация, к причалу будут швартоваться теплоходы. Двенадцать гибких труб проникнут в трюм и начнут высасывать зерно в элеватор. Очищенное, просушенное на элеваторе зерно отправится на мельницу. Его еще много раз просеивают, моют, после чего оно пойдет в размольное отделение, через валки вальцовых станков, а через сита рассева уже выйдет мука и манная крупа. Затем компрессор гонит муку по трубопроводам в цистерны автомуковозов.

На элеваторе и мельнице нет ни одного рабочего. Всем руководит один человек — оператор. Он на центральном пульте управления. Световые сигналы, разноцветные лампочки на табло, громкоговорители осведомляют его обо всем, что происходит на комбинате.

ВЕХИ ПРОГРЕССА

Пищевая промышленность — это свыше 40 отраслей, тысячи предприятий со своими планами и проблемами. Но почти для всех проблема номер один — механизация ручного труда. Хотя, конечно, сделано в этом направлении немало. Только за годы семилетки на пищевых предприятиях внедрено большое количество автоматических, непрерывных поточно-механизированных линий, огромное множество отдельных автоматов. Такое предприятие, например, как московская кондитерская фабрика «Красный Октябрь», стало подлинно индустриальным производством.

У пищевой промышленности есть сейчас все возможности, чтобы стать передовой отраслью: есть техника, есть опыт, есть кадры. Конструкторы, технологи, механики, ученые создают прогрессивное оборудование. Всесоюзный на-



На современных мельницах царит автоматика. На снимке: коммуникации пневматического транспорта в одном из цехов московского мельничного комбината № 4.

учно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности, например, сконструировал и изготовил опытный образец линии непрерывно-поточного производства хлеба. Специалисты разработали автоматическую линию производства пищевых жиров. В сахарной промышленности вступают в строй непрерывно действующие диффузионные установки извлечения сахара из свеклы. Каждая такая установка освобождает более 10 рабочих от тяжелого физического труда.

Решающую роль в развитии пищевой промышленности сыграют и передовые технологические процессы. Возьмем для примера производство колбасы. Прежде чем приступить к непосредственному изготовлению этого изделия, нужно дать мясу «дозреть». При определенных температурах и атмосферных условиях происходят сложные биохимические процессы. На это уходит немало времени. А сколько его уходит на то, чтобы в нужной мере «подошло» тесто. Можно ли ускорить эти процессы без ущерба качеству изделий?

Оказывается, да, можно. Ученые ВНИИ мясной промышленности предложили применять в производстве ряда пищевых продуктов ферменты-интенсификаторы. Опыты дали отличные результаты. Ферменты в хлебопекарном деле, например, позволяют вдвое ускорить процесс тестообразования и к тому же получить изделия более вкусные, подолгу не черствеющие (см. ст. «Хлебозавод-автомат»).

Ученые Всесоюзного института холодильной промышленности разработали много методов быстрого замораживания овощей и фруктов. При таком способе драгоценные качества даров природы сохраняются на многие месяцы (см. ст. «Искусственный холод»).

Десятки лет растительные масла выжимались при помощи прессов. Но даже самым мощным агрегатам не под силу «взять» из семени подсолнечника все, что там есть нужного. Блестяще справляется с этой задачей чудесница-химия. При экстрационном методе производства специальным растворителем воздействуют на семена. Масло растворяется; потом растворитель удаляют, и остается чистое масло. Его потери при этом методе сводятся до минимума.

Большие работы ведутся, чтобы отходы производства — свекловичный жом, кормовая патока, кости, рога, копыта, барда — использовались в качестве промышленного сырья.

Все это вехи технического прогресса пищевой промышленности. К 1970 г. они останутся позади. ■

ХЛЕБОЗАВОД-АВТОМАТ

«Изо дня в день в мучной пыли, в грязи, натасканной нашими ногами со двора, в густой пахучей духоте мы рассучивали тесто и делали крендели, смачивая их нашим потом, и мы ненавидели нашу работу острой ненавистью, мы никогда не ели того, что выходило из-под наших рук, предпочитая кренделям черный хлеб»,— так рассказывал М. Горький о дореволюционной пекарне.

Именно так, вручную, в маленьких душных помещениях, пекли хлеб во всех странах мира несколько десятков лет назад. Чтобы понять, как разительно отличается такая пекарня от современного хлебозавода-автомата, посмотрите цветной рисунок (к стр. 353).

Железнодорожные вагоны и автомашины везут муку к автоматическому заводу, зданию круглой формы, похожему на цирк. Как только припудренные мукой мешки выгружаются, они сразу проваливаются в люк. Здесь транспортер подхватывает их и везет в подвальный этаж, в круглый мучной склад. Там мешки укладывают вдоль стен ровными штабелями —по сортам муки. Затем муку высыпают в огромные деревянные лари мукосмесительной машины. Внизу в них вращаются винты — ш н е к и, напоминающие винт обыкновенной мясорубки. Они перемешивают муку разных сортов, делают нужную для хлеба смесь. Теперь муку надо тщательно просеять. На хлебозаводе это делают м а ш и н ы-п р о с е и в а т е л и. Огромные сита непрерывно трясутся, вибрируют и, задерживая разный мусор, беспрепятственно пропускают сквозь свои крошечные отверстия муку. А если в нее случайно попадут малень-

Общая схема текстильного производства — от хлопка до ткани. Красной стрелкой показана последовательность операций. →

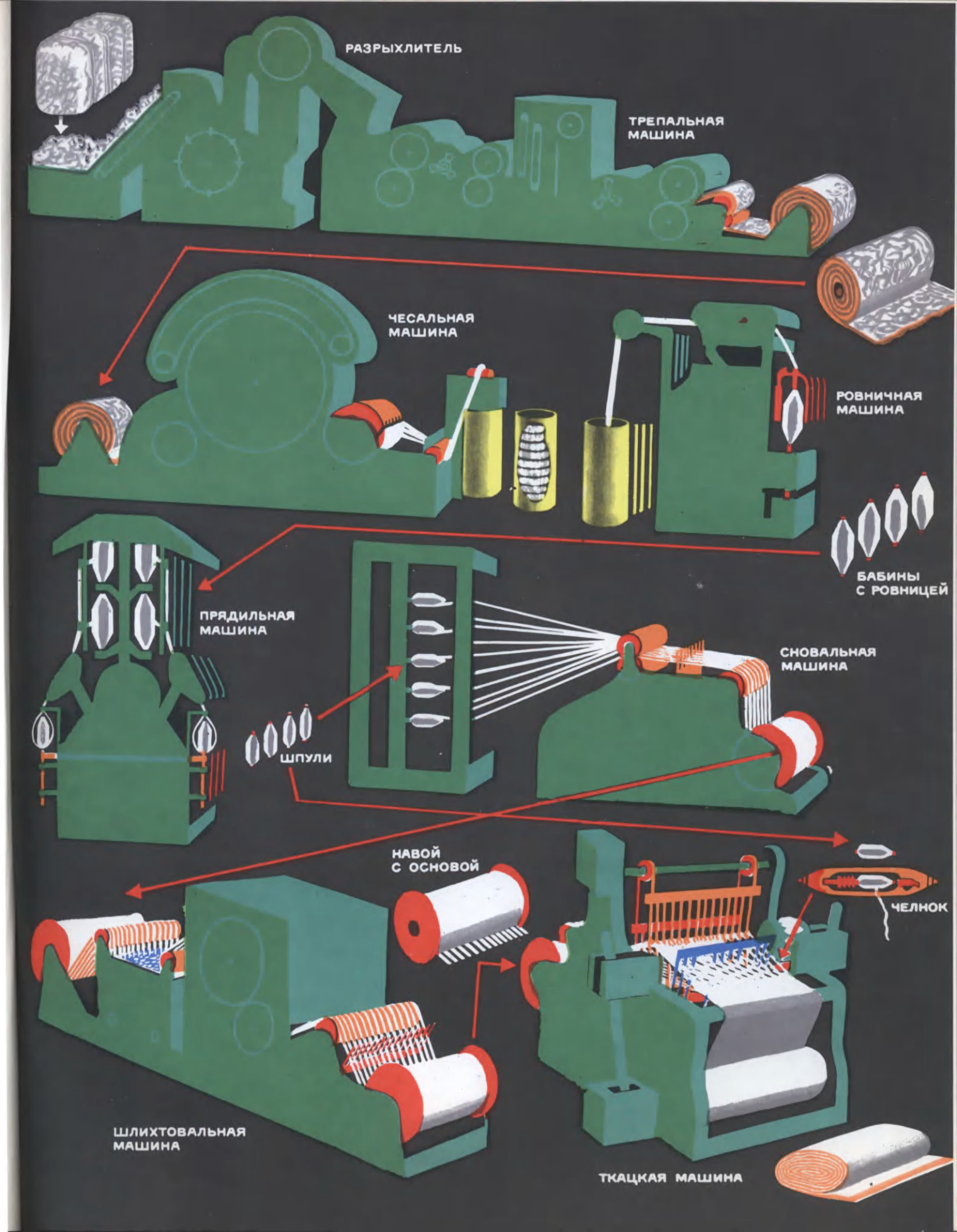
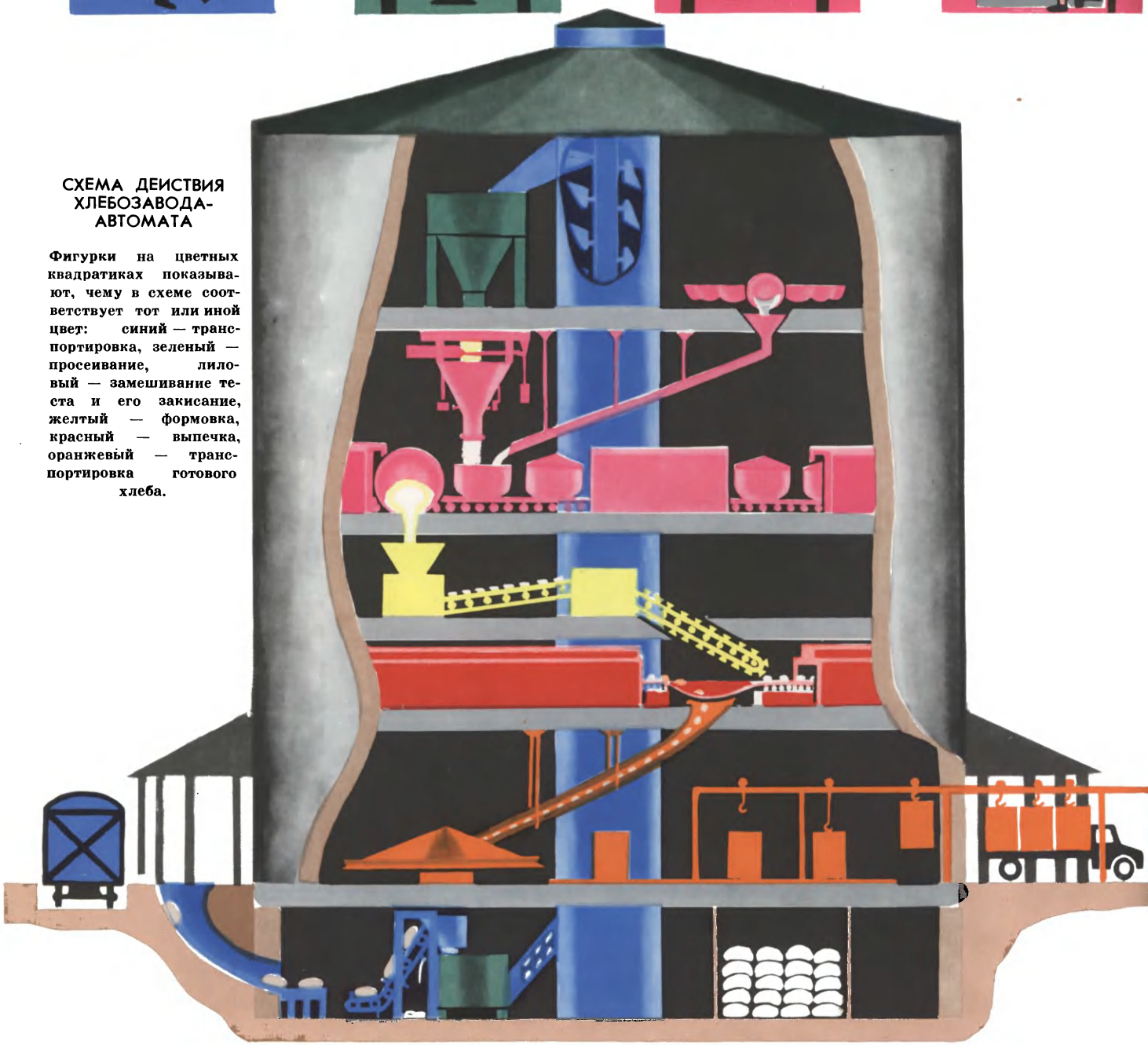

РАЗРЫХЛИТЕЛЬ
ТРЕПАЛЬНАЯ МАШИНА
ЧЕСАЛЬНАЯ МАШИНА
РОВНИЧНАЯ МАШИНА
БАБИНЫ С РОВНИЦЕЙ
ПРЯДИЛЬНАЯ МАШИНА
ШПУЛИ
СНОВАЛЬНАЯ МАШИНА
НАВОЙ С ОСНОВОЙ
ЧЕЛНОК
ШЛИХТОВАЛЬНАЯ МАШИНА
ТКАЦКАЯ МАШИНА

СХЕМА ДЕИСТВИЯ ХЛЕБОЗАВОДА-АВТОМАТА

Фигурки на цветных квадратиках показывают, чему в схеме соответствует тот или иной цвет: синий — транспортировка, зеленый — просеивание, лиловый — замешивание теста и его закисание, желтый — формовка, красный — выпечка, оранжевый — транспортировка готового хлеба.



кие кусочки железа, то их притянет к себе специальный электромагнит.

После такой обработки мука попадает в особый лифт — самотаску. Его ковши зачерпывают очищенную муку и тащат ее на верхний, пятый этаж завода — в дозировочный цех. Отсюда начинается технологический процесс приготовления хлеба, т. е. он идет сверху вниз. Здесь муку еще раз просеивают, а затем направляют на автоматические весы. Они отвешивают нужные порции и, зажигая электрическую лампочку, дают знать на четвертый этаж, что выполнили свое дело.

В дозировочном цехе приготовляется все, что необходимо для замешивания теста: растворяются дрожжи, соль, сахар. Время от времени раздается звонок и зажигается одна из четырех лампочек, упрятанных в матовые шары-абажуры с цифрами. Чтобы узнать значение этих сигналов, нужно спуститься ниже, на четвертый этаж, в тестомесительный цех.

Вдоль стены этого огромного светлого цеха тянется высокий деревянный короб в виде гигантского кольца. За ним, ближе к центру,— следующее кольцо, поменьше, потом — еще меньше, и, наконец, в самом центре цеха расположено самое маленькое, четвертое кольцо. Это конвейеры. Их столько же, сколько сигнальных лампочек,—четыре. Каждая лампочка служит сигналом одного из конвейеров.

Внутри конвейера на ровном расстоянии друг от друга находятся круглые металлические чаны — дежи. Они укреплены на рельсах, а сами рельсы лежат на круглых стальных роликах, как на колесах. Обычно колеса движутся по рельсам. Здесь же, наоборот, рельсы с укрепленными на них дежами скользят по колесам-роликам.

Над каждым кольцом конвейера виднеется труба, идущая с пятого этажа, от автовесов,— тут будущий хлеб начинает свой путь. Под трубу ставится пустая дежа. Как только автовесы дали сигнал, работница открывает заслоны и в дежу из трубы сыплется порция муки. Потом работница нажимает кнопку — и наверху, в дозировочном цехе, начинает звонить звонок и зажигается лампочка с соответствующей цифрой на белом абажуре. Лампочка сигнализирует рабочим дозировочного цеха, что такому-то конвейеру нужны дрожжи, растворенные соль и сахар.

Когда все это загружено, конвейер начинает двигаться. Дежа с мукой и дрожжами, проехав несколько метров по кругу, останавливается около тестомесильной машины, которая тут же с помощью специальных лопаток начинает перемешивать тесто. Затем лопатки приподнимаются, и дежа отправляется дальше, нырнув, будто в тоннель, в деревянный короб конвейера. А на ее место подходит следующая.

Полтора часа дежа двигается в тоннеле до конца конвейера. За это время тесто в ней «подходит» — поднимается горой. В конце подъемная машина легко приподнимает тяжелую, чуть не в тонну весом, дежу и опрокидывает ее над ямой тестоспуска,— так называется ход, по которому тесто спускается этажом ниже.

Итак, тесто на третьем этаже. Угодило оно прямо в воронку разделочной машины. Вал и барабан ее, вращаясь, захватывают тесто и увлекают внутрь машины. У барабана четыре кармана. По мере его вращения тесто заполняет сначала один, потом другой, третий, четвертый. А в каждом кармане есть поршень. Попадая в карман, тесто сперва заставляет поршень потесниться. Потом, когда карман набит до отказа, а барабан повернулся, поршень начинает давить на тесто и выталкивает его прямо на транспортер. В результате на движущуюся ленту один за другим падают совершенно одинаковые куски. Это и не мудрено, ведь все карманы всегда заполняются строго определенным количеством теста.

Величину карманов можно изменить. Для этого механику стоит лишь повернуть специальный штурвал. Поршни будут освобождать тесту больше или меньше места. От этого и куски теста станут больше или меньше.

Но пока это еще бесформенные куски. Их надо сначала округлить в округлительной машине, а потом в закаточной машине превратить в ровные, аккуратные батоны.

Закаточная машина первой парой валиков, как скалками, расплющивает круглый комок теста, превращает его в блин. Вторая пара придает тесту нужную толщину, а третья — свертывает его в рулон. После этого начинается самая главная операция. Рулон теста попадает в щель между закатывающим барабаном и формирующим кожухом. Барабан вращается и катит тесто по кожуху. Так же поступают хозяйки, когда, раскатывая тесто по столу, превращают круглый кусок в колбаску. Только в машине вместо ладоней — закатывающий барабан, а вместо стола — формирующий кожух.

Затем батоны проводят некоторое время в тепле, в люльках конвейера, расположенного над печью. Здесь тесто поднимается, становится рыхлым, пористым. И только тогда оно попадает в печь.

Печей на заводе четыре — столько же, сколько в тестомесильном цехе конвейеров. Печи тоже кольцевые. Обогревают их трубами, по которым пропускают горячий пар.

Все на хлебозаводе делают машины, даже батоны в печь сажают. Медленно, ряд за рядом движутся над печью люльки с тестом. Подойдя к определенному месту, каждый ряд люлек опрокидывается, и тесто вываливается из них на металлическую полосу посадочной машины. Полоса то поднимается, то опускается. И каждый раз она оказывается наверху именно в тот момент, когда переворачивают люльки. Подхватив падающие куски теста, полоса быстро опускается вниз. Мгновение — и тесто очутилось на движущейся ленте, которая увлекает его в дышащую жаром печную пасть.

Но прежде чем очередной кусок исчезнет в этой пасти, за дело принимается еще одна машина. Она своими ножами наносит на тестовые заготовки батонов по нескольку косых надрезов. Без надрезов тесто, которое и в печи продолжает подниматься, полопается, батоны получатся «рваные», некрасивые. А надрезанное тесто не полопается, оно просто слегка разойдется по надрезам. И на их месте появятся потом хрустящие гребешки.

Обычно хлеб в печи «сидит» на месте. А в кольцевой печи батоны и другие изделия «едут». И пока они «проедут» на транспортере из конца в конец горячего кольца, испекутся на славу.

Есть на хлебозаводе «рог изобилия». Это широкая труба, которая идет от расположенной на втором этаже печи к круглому сортировочному столу на первом этаже. Из нее нескончаемым потоком сыплются свежеиспеченные батоны.

Стоящие за сортировочным столом работницы зорко следят, чтобы в магазин отправлялись батоны только высокого качества. Чуть попадется какой-нибудь уродец, его откладывают в сторону, а «выдержавших экзамен» грузят в автофургоны и отправляют в магазины. 240 *т* свежеиспеченного хлеба дает за одни сутки такой хлебозавод. ■

МОЛОЧНЫЙ КОМБИНАТ

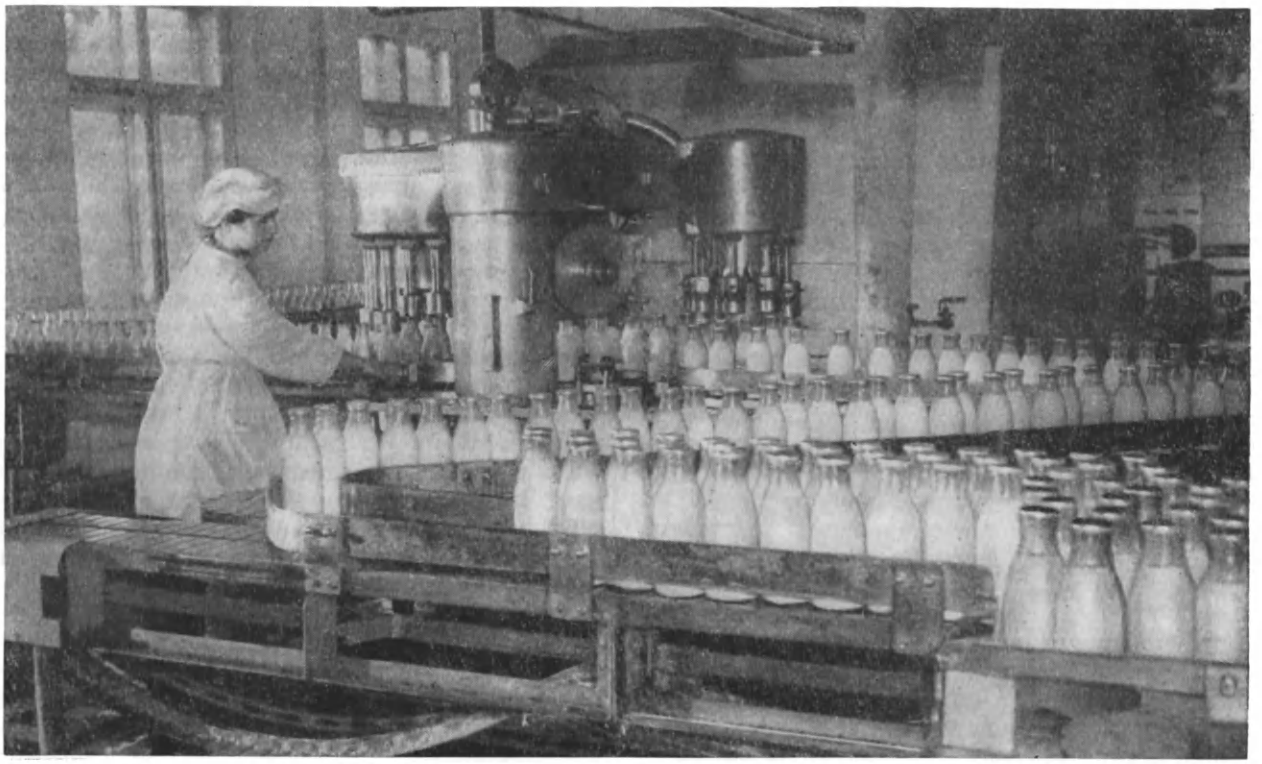
Природа подарила человеку необычайно ценный готовый продукт питания — молоко. В его состав входят и жиры, и белки, и углеводы, и минеральные соли. В нем содержатся и почти все необходимые человеку витамины. Но у молока есть существенный недостаток: оно очень быстро прокисает. Это объясняется тем, что в молоко попадают микробы. Чтобы уничтожить их, молоко подвергают обработке.

Дома молоко кипятят. Однако при этом не только погибают вредные и болезнетворные микробы, но и портятся составные части молока. На молочных заводах и комбинатах поступают иначе: молоко нагревают до 70—90°. При такой температуре микробы гибнут, а ценные свойства молока сохраняются. Этот способ был предложен великим французским ученым Луи Пастером и назван в его честь пастеризацией.

Аппарат для такой обработки молока — пастеризатор — представляет собой набор обогреваемых горячей водой трубок, по которым протекает молоко, или пластин из нержавеющей стали с каналами для молока и горячей воды. После нагревания молоко охлаждают. Для этого и в пластинчатом и в трубчатом пастеризаторе есть специальные секции.

На заводе молоко проходит по полностью закрытой системе. Из автоцистерны его перекачивают по шлангу, а дальше по трубам — молокопроводам. Хранят и пастеризуют его в закрытых резервуарах. И хотя молока не видно, за ним все время наблюдают приборы: проверяют, какие в нем есть бактерии, знакомятся с его составом — сколько в нем жира, белка и т. п. Приборы следят, как проходит молоко по трубам, автоматически поддерживают нужную температуру в аппаратах.

Лишь в цехе, где разливают молоко, можно, наконец, его увидеть, да и то на одну минуту. На круглый непрерывно вращающийся карусельный автомат по транспортеру поступают чистые молочные бутылки. Каждая оказывается под воронкой, из которой в нее



На вращающемся карусельном автомате молочного завода бутылки заполняются молоком и закупориваются алюминиевыми колпачками.

льется молоко. Рядом второй круг, поменьше. Здесь — также автоматически — надевают алюминиевые колпачки, которые плотно закупоривают бутылки. В больших городах вместо громоздкой, хрупкой и дорогой стеклянной тары для молока широко применяются пакеты из бумаги, конечно, не обычной бумаги, а покрытой тончайшей прозрачной пленкой. Процесс автоматизирован. Машина сама делает из бумажного рулона трубу, склеивает из нее пакеты, наливает определенную порцию молока и укладывает готовые пакеты в корзиночки. Теперь молоко можно отправлять в магазины.

Но у пастеризованного молока есть и другой путь: в цехи, где изготовляют кефир, сметану, творог, сыр и т. д. В этих производствах используется деятельность полезных микробов.

Вот, например, как готовят кефир. Кефирные грибки — закваска,— полученные в специальных лабораториях, путешествуют по трубам и попадают в огромные ванны с пастеризованным молоком. Молоко, перемешанное с закваской и разлитое по бутылкам, переезжает по транспортеру в термостат — большой зал, где поддерживается определенная температура. Здесь и происходит превращение молока в кефир. Иногда закваска вносится прямо в «танк» с молоком — большую цистерну; в бутылки наливают вполне готовый кефир.

С помощью полезных бактерий получают сметану — ее делают из сливок — и творог. Но творог не только продукт, он вместе с тем представляет собой и сырье. Из него приготовляют творожные сырки и сырковую массу.

Наиболее сложные микробиологические процессы протекают в сыре. До того как сыр становится желтой головкой или бруском, которые вы видите в магазине, он проходит длительный путь превращений. В молоко вносят специальные закваски, получают из него сгусток, подобный творожной массе, и подвергают обработке — разной для разных сортов сыра: тут и дробление, и воздействие определенной температурой и влажностью, и различные добавки. Затем будущему сыру придают форму, прессуют и солят. После этого начинается длительное созревание. Вот тогда и происходят наиболее сложные микробиологические

и биохимические процессы. Некоторые сорта сыра бывают готовы за несколько недель, а иные требуют и года.

Искусство сыродела заключается в умении управлять всеми этими невидимыми процессами. Различные виды обработки сыра и преследуют цель создать условия для работы тех или иных бактерий или ферментов и в конечном счете получить нужный сорт сыра.

Технологи, конструкторы, сыроделы-практики ищут новые пути механизации этого древнего ремесла. Раньше два раза в сутки приходилось вручную обмазывать сыры солью. Теперь специальные механизмы опускают сыры в ванны с рассолом. Раньше приходилось вручную поднимать на стеллажи тяжелые отформованные сыры. Современные механизированные полки избавляют людей и от этой работы.

Сыр — один из самых древних продуктов питания, но у него есть и совсем юный брат — плавленый сыр. Это своего рода сырные консервы. Они выдерживают жару и сырость — почти не сохнут, не плесневеют.

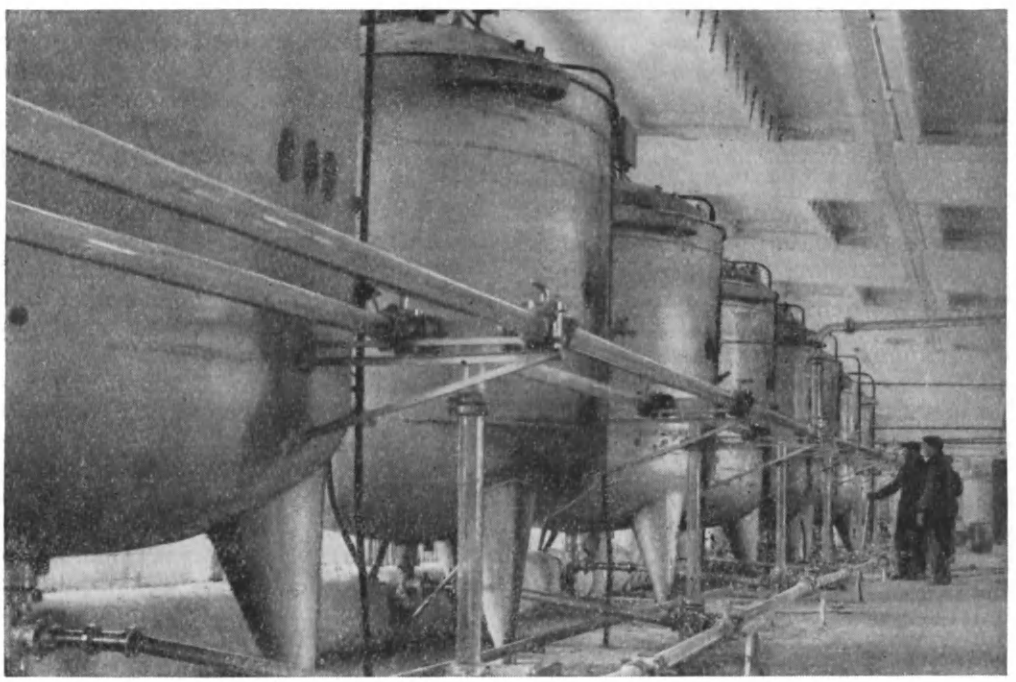
Делают плавленые сырки из обычных сыров. Очищенный и вымытый сыр подают на дробильные машины, которые его размельчают. Эта масса поступает в котлы, а оттуда — на расфасовочно-упаковочный автомат. Он имеет круглый вращающийся стол. Небольшой поворот — остановка, снова поворот — еще остановка. Постепенно из листочка фольги машина делает нечто вроде коробочки, вбивает туда расплавленную сырную массу, накрывает ее крышкой из фольги же. Затем она загибает края коробочки и наклеивает этикетку.

Есть еще одна группа продуктов, изготовленных из молока,—молочные консервы. В них создают такие условия, при которых микробы не могут существовать: молоко или стерилизуют — нагревают до очень высокой температуры, или сгущают, добавляя при этом сахар, или высушивают.

Молочные консервы — продукты молодые. Они могли родиться только в век современной техники. Сгущают молоко в огромных вакуум-аппаратах величиной с двухэтажный дом. Здесь молоко нагревается от труб с паром и благодаря пониженному давлению кипит при сравнительно невысокой температуре. Поэтому составные части молока полностью сохраняют свою ценность.

Чтобы получить стерилизованное молоко, сгущенную массу сразу же после вакуум-аппарата охлаждают и расфасовывают в герметически закрытые металлические банки, а потом стерилизуют — нагревают до 115—118°.

Обычное сгущенное молоко получают, добавляя сахар. Сгущенная смесь охлаждается



Цех производства кефира Очаковского молочного комбината. В эти резервуары с пастеризованным молоком вносится закваска, поступающая сюда по трубопроводам из специальных лабораторий.

при постоянном перемешивании в вакуум-кристаллизаторах, где при очень низком давлении происходит выпаривание. Затем смесь попадает в карусельные автоматы, которые наполняют сгущенным молоком консервные банки и герметически закупоривают их крышкой.

Чтобы получить сухое молоко, сгущенную массу из вакуум-аппарата подают в огромную сушильную башню высотой 8 *м* и диаметром около 5 *м*. Сгущенное молоко поступает в нее сверху и подает на диск, вращающийся с огромной скоростью — от 7 до 7,5 тыс. *об/мин*. Этот диск разбрызгивает молоко на мельчайшие частицы. Молочный туман, опускаясь, встречает поток очищенного и сильно нагретого воздуха и превращается в сухой порошок, который оседает на дно, имеющее форму воронки.

Отсюда новым сильным потоком воздуха порошок переносится на сортировочное сито. Потом он охлаждается и поступает в машину, где зернышки слипаются в более крупные хлопья. Происходит это так: белые крупинки при падении слегка смачиваются и сцепляются по нескольку штук, а затем снова высушиваются горячим воздухом. Полученные хлопья лучше растворяются в воде, чем крупинки. Остается запаковать порошок — и сухое молоко готово.

Если растворить его в воде, то получается молоко, мало уступающее натуральному. Ведь высушивание в башне чрезвычайно быстрый процесс: частички молока высыхают в десятые доли секунды. Несмотря на то что температура воздуха, поступающего в башню, достигает 150—160°, частицы молока на поверхности нагреваются лишь до 70—80°. Внутри же температура у них еще более низкая. Именно поэтому молоко почти полностью сохраняет свою питательную ценность.

Один из главных молочных продуктов — сливочное масло. Раньше его делали так. Сначала получали сливки, помещая молоко в прохладное место, где оно отстаивалось. Жир поднимался наверх и образовывал слой сливок. Их сливали и ставили «созревать» на долгие часы. Потом их выливали в деревянную бочку — маслобойку. Ее вращали, при этом образовывались масляные зернышки, которые отжимали на специальном ребристом столике — маслообработнике. Весь процесс растягивался на сутки. Теперь же для изготовления масла требуется всего несколько минут. Представьте себе большой волчок, вращающийся со скоростью

Автомат для расфасовки сырков сырково-творожного цеха Ивановского молочного комбината.

6—9 тыс. *об/мин*. В него непрерывной струей льется молоко, а выходят сливки и снятое молоко, отделенные друг от друга с помощью центробежной силы. Это — сепаратор.

В нашей стране был создан специальный сепаратор, на котором сразу получают сливки с тем же содержанием жира, что и в масле,— более 80%. Из сепаратора сливки по трубе попадают в охладитель. Он состоит из двух вставленных друг в друга цилиндров. Сливки протекают между ними тонкой струей, причем непрерывно перемешиваются ребрами, прикрепленными к внутреннему (вращающемуся) цилиндру. Из крана охладителя выходит уже готовое масло. Оно льется в выложенный пергаментом ящик и застывает.

Много подобных линий работает на заводах нашей страны. Одни из них дают за час 250—300 *кг* сливочного масла, а другие — до 500 *кг*.

МЯСОКОМБИНАТ

Как на любом современном заводе, на мясокомбинате работают непрерывные поточные линии. Они делают котлеты, пельмени, сосиски, расфасовывают и упаковывают в аккуратные пакетики полуфабрикаты: мясное рагу, шашлыки, бефстроганов... Магазинам удобнее продавать расфасованные продукты, торговля идет быстрее, мясо попадает к покупателям более чистое и свежее.

Сейчас в нашей стране работает больше 500 мясокомбинатов, и каждый из них объединяет несколько предприятий: цех первичной переработки скота, цех медицинских препаратов, цех пищевых жиров, цех кормовых и технических продуктов, а также консервный и колбасный заводы, электрическую и холодильную станции. И все они оснащены самыми совершенными машинами. Но мы расскажем вам только о тех цехах, в которых изготовляют мясные полуфабрикаты и колбасы.

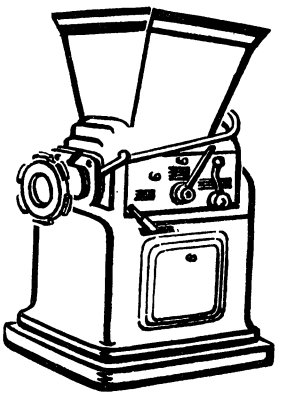
Скот, доставленный на мясокомбинат, попадает в цех первичной переработки. Здесь все механизировано и электрифицировано. Отсюда мясные туши по подвесной дороге отправляются на другие предприятия мясокомбината, и в том числе на колбасный завод. В его цехах делают не только колбасы, но и сосиски, сардельки, пельмени, котлеты и пирожки с мясом. Пройдемте вместе по заводам и цехам мясокомбината и посмотрим, как приготовляют эти изделия, познакомимся с наиболее интересными машинами.

В о л ч о к, установленный в цехах мясокомбината,— это машина, внутри которой вращается червячный винт — такой же, как в обыкновенной мясорубке. По сути дела, это и есть настоящая мясорубка-гигант: в нее вмещается сразу до 100 *кг* мяса.

Мясо опрокидывают прямо над воронкой волчка. Включается электродвигатель, и из сотен крошечных окошек машины, словно вермишель, выползает перемолотое мясо. После этого к нему добавляют хлеб, лук, соль, перец и отправляют в ф а р ш е м е с и т е л ь н у ю машину, которая все это перемешивает.

Фарш готов. Теперь можно делать котлеты, сосиски, сардельки и колбасы...

Сотни различных комбайнов трудятся в народном хозяйстве. Но не все из вас, наверное, слышали о замечательной машине, которую, пожалуй, можно назвать к о т л е т н ы м комбайном.



Если бы Гулливер, очутившись в стране великанов, побывал на великанской кухне, он, возможно, увидел бы там как раз такую гигантскую мясорубку. Но современная промышленная электрическая мясорубка — волчок — еще более мощная: за один раз «заглатывает» до 100 *кг* мяса.

Самая главная его часть — вращающийся барабан с поршнем внутри. На поверхности барабана сделано много овальных гнезд, напоминающих своей формой котлеты. Во время работы гнезда, которые в этот миг находятся наверху, непрерывно начиняются фаршем. Все происходит очень быстро. Фарш из бункера попадает на верх барабана и застревает в его гнездах. Но вот барабан совершил пол-оборота, и начиненные фаршем гнезда очутились внизу, как раз над лентой транспортера. Тут начинает действовать поршень, который выдавливает фарш из его убежища. Это уже самые настоящие котлеты, ровные, аккуратные. Автоматическое сито посыпает их сухарной крошкой, и котлеты попадают на транспортер.

За каждый полный оборот барабан формирует 100 котлет. А за смену он успевает изготовить их миллион.

Сейчас уже созданы и поточно-механизированные линии приготовления котлет. 4 волчка подготавливают для этой линии мясной фарш, особая машина размельчает и замачивает для фарша белый хлеб. А потом принимаются за дело 2 котлетных автомата — 2 кот-

летных комбайна-«миллионера». Тут уж не один, а больше двух миллионов котлет каждые 7 часов в автофургонах отправляются в магазины к покупателям.

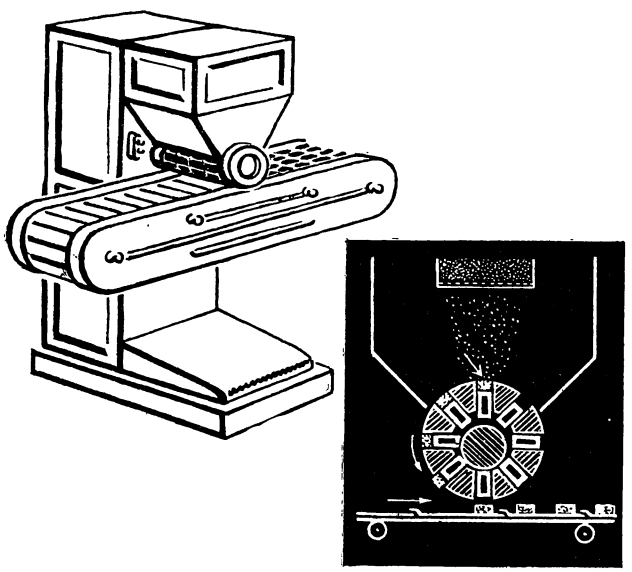
Есть на мясокомбинате и еще очень интересная машина-«миллионер» — пельменеделательная.

С давних пор в нашей стране любят сибирские пельмени. Но чтобы приготовить их, нужно много потрудиться. Раньше, до появления специальной машины, работница мясокомбината вручную могла приготовить за смену самое большее тысячу пельменей, а теперь — в сотни раз больше.

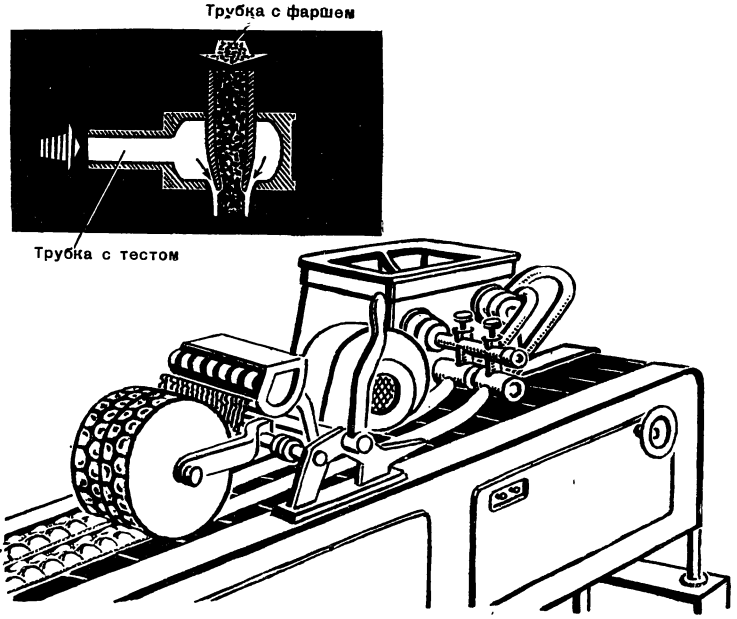
Как же работает пельменеделательная машина?

У нее есть бункер, разделенный на две части перегородкой. Из бункера тесто и фарш, каждый по своей трубке, отправляются к баллону начиночного аппарата. Трубка, по которой идет тесто, заканчивается при самом входе в баллон, а трубка для фарша проходит через весь баллон насквозь и заканчивается возле овальной щели.

Попав в баллон, тесто обтекает со всех сторон металлическую трубку, по которой идет фарш. Так рождается тестовая трубка. Пока что она пуста, но, когда она, словно чулок, снимается с фаршевой трубки и проходит через



Общий вид и схема работы котлетоделательной машины. Сначала на транспортер машины укладывают деревянные лотки, затем формирующий барабан лепит из мясного фарша аккуратные котлеты и выдавливает их на лотки. Посыпанные сухарной крошкой котлеты-полуфабрикаты сходят с конвейера машины.



Пельменеделательная машина. *Вверху*—схема работы начиночного аппарата. В каждой машине несколько таких аппаратов. Из них выходят тестовые трубки, начиненные фаршем. Специальные колеса нажимают на трубки и штампуют пельмени.

узкое овальное отверстие, в нее из фаршевой трубки впрыскивается фарш.

В результате из начиночного аппарата выползает длинная тестовая трубочка, начиненная фаршем. Но в машине таких аппаратов шесть, поэтому выходит сразу шесть трубочек. Каждая из них попадает на транспортер. Здесь пельменные заготовки посыпаются мукой, которую особые металлические гладилки ровно распределяют по всей их поверхности.

Теперь надо белые трубки превратить в аккуратные пельмени. Это делают специальные штампы, расположенные в два ряда на ободах шести колес машины. Каждый из них по своей форме — точная копия будущего пельменя. Пельменные трубки для таких колес — это как бы рельсы. Но здесь колеса вращаются на месте, а тестовые рельсы движутся. Стоит только колесу наступить очередной парой своих формочек на движущуюся трубку, как из нее тут же выдавится пара пельменей-близнецов.

Но надо ведь еще заклеить пельмени, чтобы из них не вывалилась начинка. Оказывается, это уже выполнено. Сами формочки своими тупыми краями одновременно отштамповали и заклеили тесто.

Чуть ли не миллион пельменей вылетает каждые 7 часов из пельменеделательной ма-

шины, а ведь таких машин на заводе много! Пельмени тут же отправляются в холодильную камеру, а после того как заморозятся, идут на упаковку.

Упаковочная машина отличается точностью: в каждую коробку она укладывает строго определенное количество пельменей.

А теперь зайдем в цех, где делают сосиски, сардельки и колбасу. Здесь ваше внимание привлечет аппарат, который служит для того, чтобы набивать фарш в различные оболочки. Этот аппарат называется сосисочным шприцем.

Перед тем как приступить к работе, откручивают винт, снимают крышку бункера, которая зажимается этим винтом, и наполняют бункер порцией сосисочного или колбасного фарша. Мясо попадает прямо на головку поршня. Когда аппарат работает, поршень медленно ползет по бункеру снизу вверх и изо всех сил давит на фарш. Фаршу становится тесно, он ищет выход, но крышка завинчена крепко. Остается лишь крошечное отверстие в стенке, куда он и устремляется. Отверстие ведет в тоненькую трубку — цевку.

Цевка служит как бы иголкой, какая есть у обычного медицинского шприца. Она делает «укол» фаршем в натянутую на нее длинную тонкую оболочку. Оболочка наполняется и превращается в самую настоящую сосиску.

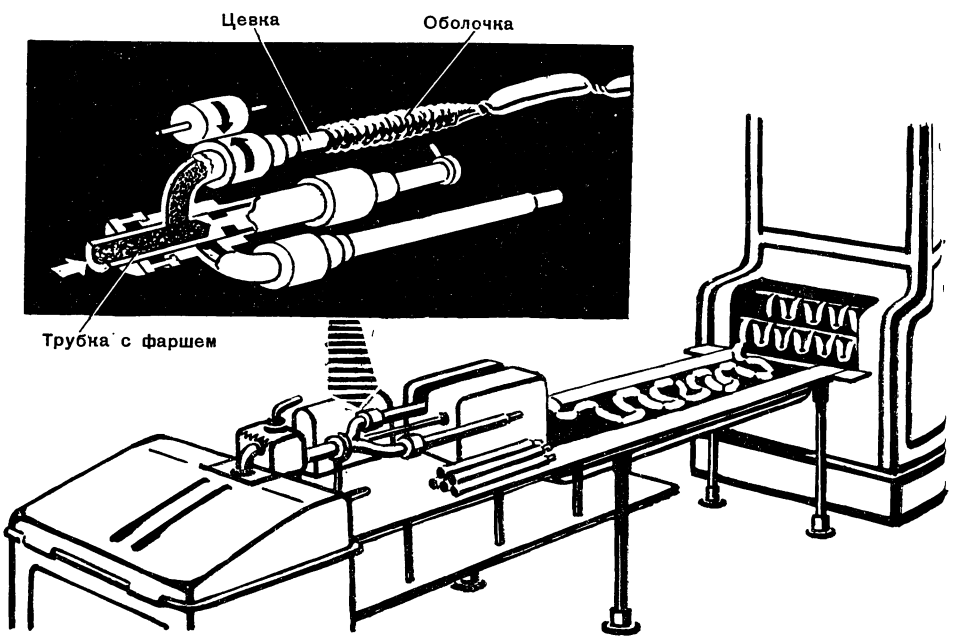
Чтобы получить отдельные небольшие сосиски, машина все время поворачивает цевку. Оболочка перекручивается, отделяя одну сосиску от другой. И выходит длинная гирлянда сосисок. Ее отправляют на обработку в особый шкаф. В первом его отделении невыносимая жара, и сосиски там подсушиваются. Во втором отделении клубится дым. Здесь сосиски слегка обжариваются. В третьем полно горячего пара — сосиски варятся. В последнем отделении они охлаждаются водяными струями.

...Висят на рамах-вагонетках гирлянды свежих сосисок, готовых отправиться в магазин. Часть из них вышла из одиночного шприца, а другие — из сосисочного агрегата, который состоит из двух спаренных автоматических шприцев и автомата тепловой обработки сосисок. Этот агрегат-автомат дает до 700 *кг* сосисок каждый час. Почти так же изготовляют и различные колбасы. Только подготовка фарша другая, да шприцы применяются с более толстой цевкой, и последующая обработка несколько иная.

В одном из цехов мясокомбината работает машина, которая приготовляет пирожки с мясом. Автомат этот состоит из двух частей: из начиночного аппарата, похожего на тот, что есть в «пельменемете», и электрической печи. Печь представляет собой длинный короб, облицованный белым кафелем.

Выйдя из аппарата, пирожки-батончики тут же попадают на транспортер и въезжают на нем в печь. Пока пирожки проедут из одного конца печи в другой, они успевают хорошо обжариться, стать румяными.

Итак, одни жители города будут сегодня есть на завтрак сосиски, другие пообедают пельменями, третьи поужинают котлетами. У многих будут сегодня на столе колбаса и пирожки, ветчина и студень, мясо и консервы. Для миллионов людей готовит пищу мясокомбинат — завод обедов, завтраков и ужинов.



Сосисочный агрегат, состоящий из двух спаренных автоматических шприцев и автомата тепловой обработки сосисок, дает до 700 *кг* сосисок каждый час. *Вверху* — схема работы основного узла агрегата — питателя. Фарш под давлением подается в головку питателя. Затем по боковому отводу — в очередную вращающуюся насадку, на которой надета кишечная оболочка. Начиненная фаршем оболочка через определенные промежутки захватывается зажимами и перекручивается.

САХАРНЫЙ ЗАВОД

Когда вы кладете в стакан чаю кусок сахару, вы, наверное, не задумываетесь над тем, как и откуда он к вам «пришел». А у сахара интересная история. И началась она давно-давно.

Долго его делали только из сахарного тростника, родина которого Индия, Китай, Океания. Само слово «сахар» происходит от санскритского «саркара», в персидском варианте — «шакар». В древности из тростника умели получать лишь сладкий сироп. «В Индии есть тростник, который без пчел дает мед»,— писал две с половиной тысячи лет назад один из полководцев Александра Македонского. Но уже через тысячу лет распространилась молва, что в Индии есть «каменный мед». Это дает основание предполагать, что к тому времени индийцы научились делать твердый сахар.

От индийцев сахарный тростник перекочевал к персам, а потом к арабам. Затем его стали возделывать на юге Европы, на Канарских о-вах — близ северо-западных берегов Африки. Отсюда-то Колумб завез его на Антильские о-ва, тропический климат которых оказался вполне подходящим для тростника. Уже в XVIII в. эти острова, особенно Куба и Пуэрто-Рико, стали центром производства сахара.

В нашей стране употребляли мед, сладкий сок клена, березы, липы, варили солод, пастилу. А сахар был диковинкой, и притом очень дорогой.

В конце XVIII в. в России начались поиски заменителей сахарного тростника. Тогда уже было известно, что для этого можно использовать свеклу. Но многие возражали против свеклы, так как в ней содержалось мало сахару — раза в три меньше, чем в тростнике. И все же свекла победила — в 1802 г. в России и в Германии были построены первые в мире свеклосахарные заводы. Тогда лучшие сорта свеклы содержали не более 6% сахара, но уже к 1842 г. селекционеры удвоили ее сахаристость. В наше время свекла содержит 20% и больше сахара. Почти половина потребляемого во всем мире сахара производится сейчас из свеклы.

Современный свеклосахарный завод — мощное механизированное предприятие. Сахарная свекла прибывает сюда по железной дороге и на грузовиках и сразу же попадает в царство машин. Мощные механические «руки» сгребают ее с железнодорожных платформ или высыпают из грузовиков. Свекла падает в ров, заполненный водой. Искусственная река с бетонными берегами несет свеклу к большому зданию главного корпуса сахарного завода.

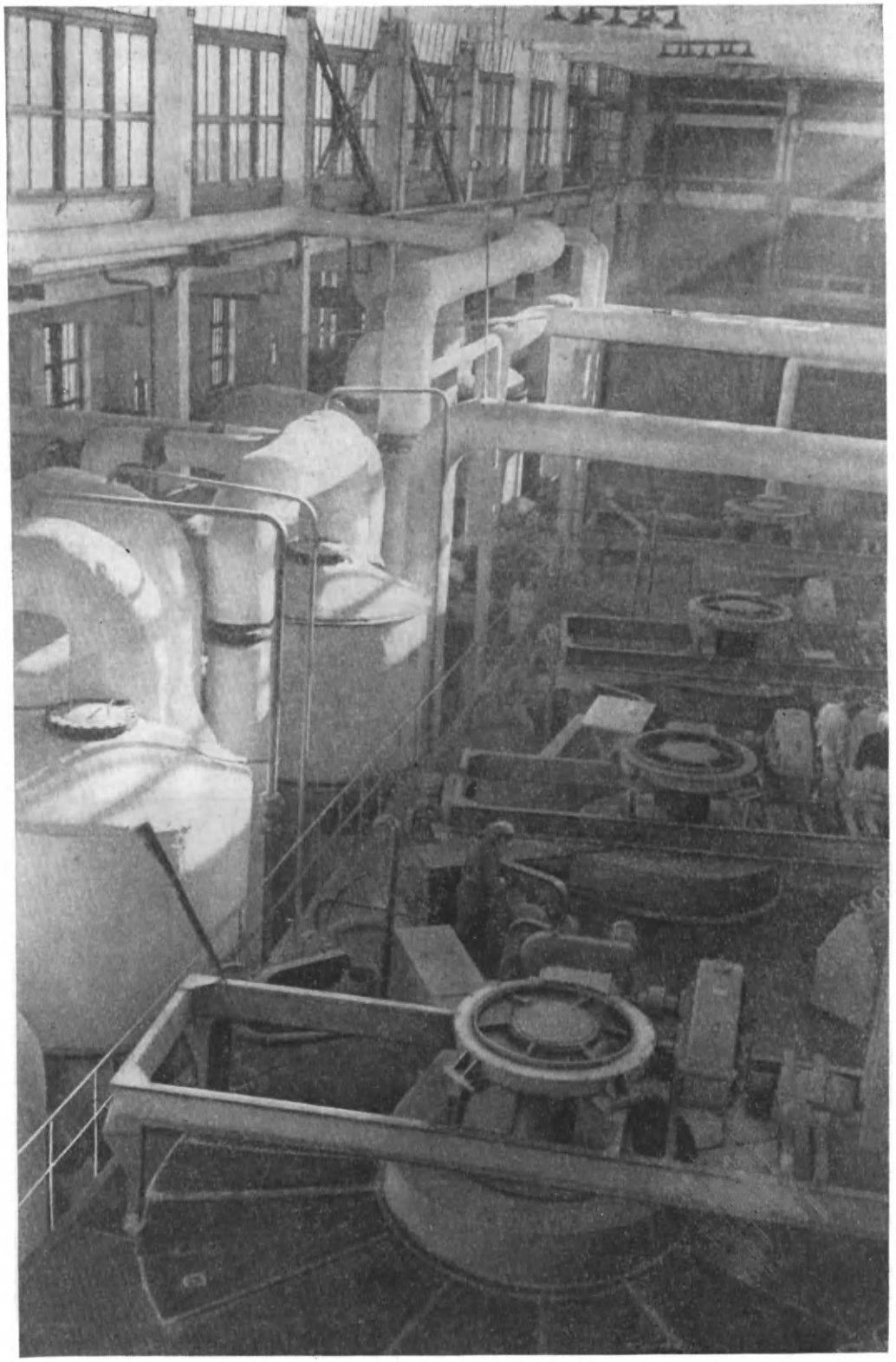
Сначала свекла попадает в специальное корыто с водой — с в е к л о м о й к у. В ней вращается вал с насаженными на него к у л а к а м и, которые переворачивают и моют клубни. Потом свеклу взвешивают автоматические весы, а свеклорезка превращает ее в с т р у ж к у, которая по транспортеру направляется к рядам больших круглых баков. Здесь ее заливают горячей водой, и из стружки, как из ломтика лимона в чае, выходит сок.

Стружка была белая, а сок из нее получился черный. Некоторые органические вещества, входящие в состав свеклы, окисляются и темнеют, как темнеет разрезанный сырой картофель. Если эти вещества не удалить, сахар будет темный. Поэтому сок приходится очищать. Сначала в массивных, наглухо закрытых металлических баках его обрабатывают известью, углекислым и сернистым газами. Вредные примеси благодаря этому выпадают в осадок, который отделяется в специальных отстойниках и на всевозможных фильтрах.

Особенно интересны созданные советскими инженерами в а к у у м-ф и л ь т р ы. Это обтянутые фильтрующей тканью сетчатые бара-

Мощная струя воды доставляет свеклу к зданию завода, к машинам, которые превратят ее в сахар.

СОКООЧИСТИТЕЛЬНЫЙ ЦЕХ САХАРНОГО ЗАВОДА



В этих больших, наглухо закрытых аппаратах сок обрабатывают специальными добавками, а затем очищают в вакуум-фильтрах.

баны. Своей нижней частью они погружены в сахарный сок. Внутри барабана создано разрежение — вакуум, поэтому сок всасывается в него, оставляя на поверхности ткани слой осадка. Барабан поворачивается и выносит осадок наверх. Здесь всасывается уже не сок, а воздух. Высушенный воздухом слой осадка счищается установленным у корыта ножом, и барабан снова погружается в сок.

Все эти операции повторяются иногда по нескольку раз, пока черный сок не превратится в бесцветный. После этого насосы гонят его по трубам к высоким белым бакам. Внутри баков, в нижней части, укреплены нагревательные батареи из труб, по которым пропускается пар. Сок кипит и постепенно сгущается. Его поочередно пропускают сквозь целый ряд аппаратов (или, как их называют, корпусов выпарки), пока сок не превратится в густой сироп.

Сироп снова обрабатывают сернистым газом, фильтруют и направляют к другой шеренге аппаратов, похожих на выпарные. В этих вакуум-аппаратах рождается сахар — маленькие кристаллики, тысячи которых умещаются в чайной ложке.

Начинается этот процесс с того, что сироп в вакуум-аппаратах снова выпаривается и становится еще гуще. Потом в него вводят тончайшую сахарную пудру или специальный сахарный препарат, содержащий в грамме 15 млн. кристалликов. Сахар из густого сиропа оседает и застывает на этих кристалликах.

Когда кристаллики подрастут (их уже насчитывается лишь 3 тыс. на грамм), через нижнее отверстие вакуум-аппарата выпускают густую массу — утфель, смесь кристаллов и остатков раствора — межкристальной патоки. Для их разделения служат центрифуги — вращающиеся барабаны с боковой поверхностью в виде частого сита. Барабаны вращаются со скоростью 1000 *об/мин*, и под действием центробежной силы патока проходит сквозь сито, а кристаллы остаются.

Но эти кристаллы желтые, так как они покрыты слоем патоки. Чтобы окончательно очистить кристаллы, их пробеливают струей воды.

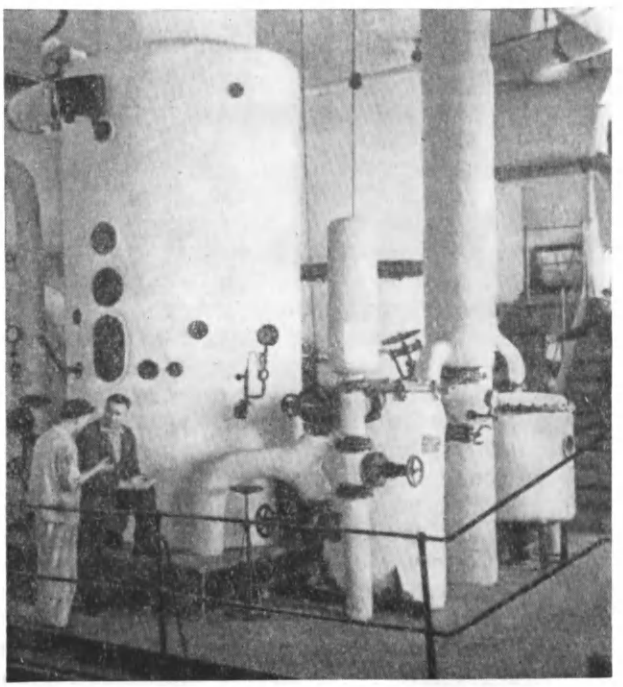
Теперь надо просушить сахарный песок. Сушилка — широкая горизонтальная труба с ребрами-полками внутри. При ее вращении ребра пересыпают сахарный песок, а постоянно продуваемый воздух сушит его. Затем сахар автоматически взвешивается и упаковывается в мешки. А патока снова варится в вакуум-аппаратах, из нее извлекают оставшийся сахар.

Однако не весь сахар, который продается в наших магазинах, сделан из свеклы. В последние годы на советских заводах производят сахар из тростника. Но наши предприятия осуществляют не весь процесс производства этого сахара. Дело в том, что мы покупаем на Кубе полуфабрикат — сахар-сырец.

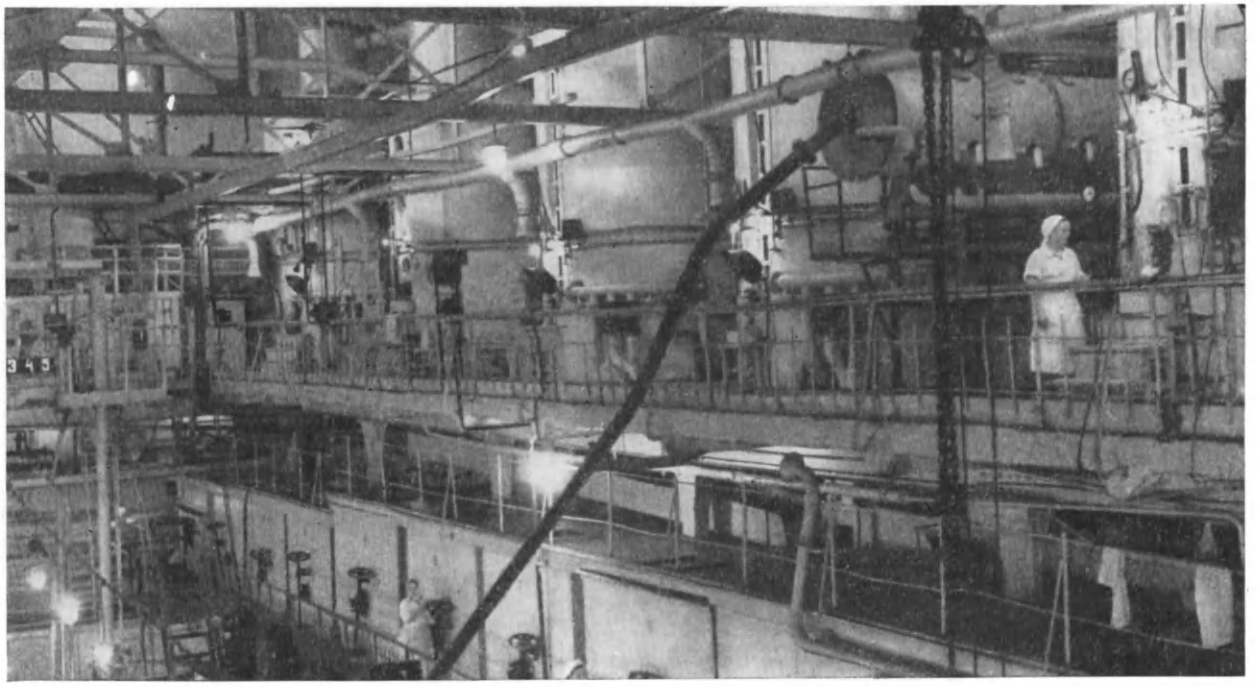
Сначала этот бурый, тусклый сахарный песок растворяется и очищается от патоки. А дальше он идет уже знакомым нам путем, тем же, что и свекловичный сок.

А теперь посмотрим, как из сахарного песка делают рафинад.

Чтобы получить рафинад, сахарный песок везут обычно на специальные заводы, где его снова растворяют в воде, очищают и варят в вакуум-аппаратах. Готовый утфель затем направляют в формы, в которых кристаллы срастаются в сплошную массу. Их пробеливают сиропом, приготовленным из самого лучшего, хорошо очищенного, наиболее светлого сахара. Этот сироп вытесняет из промежутков между кристаллами остатки патоки и, застывая, окончательно скрепляет их в единый сахарный монолит. На специальных станках этот монолит разделывают на кусочки.



Из сокоочистительного цеха сок поступает в эти высокие белые баки — корпуса выпарки. Переходя из бака в бак, сок кипит и сгущается.



В этих вакуум-аппаратах рождается сахар.

Так готовят литой рафинад. Однако этот способ уже почти заменен другим, более совершенным — прессованием. Метод прессования, наиболее распространенный на советских сахарных заводах, позволяет миновать ряд промежуточных операций. Кристаллы сахара, пробеленные на центрифуге, сразу спрессовываются специальной машиной в бруски, затем их высушивают в особых печах и с помощью другой машины раскалывают на кусочки. Все эти машины и печи — автоматы. Они связаны между собой непрерывными лентами транспортеров. Рука человека не прикасается ни к песку, ни к брускам, ни к кусочкам, пока с последнего транспортера не сходят хорошо знакомые нам коробки с сахаром-рафинадом.

Колхозы и совхозы поставляют свеклу сахарным заводам осенью. Хватить же ее должно на четыре, а то и на пять месяцев— столько длится сезон переработки свеклы на сахарных заводах. Поэтому одна из самых важных проблем сахарной промышленности — хранение свеклы. Дело в том, что свекла не умирает после уборки урожая. В ней продолжаются — правда, замедленные —процессы жизнедеятельности. Если на корню она получала пищу из почвы, то теперь расходуются вещества самого корня, и содержание сахара в нем падает.

Ученые вскрыли закономерности жизни свекловичного корня после уборки и разработали методы хранения свеклы. Они уточнили, каковы должны быть размеры и формы к а г а т о в (своеобразных складов свеклы на воздухе), чтобы поддерживалась определенная температура. Столь же тщательно исследуют ученые и сам процесс производства сахара. Они стремятся предельно сократить потери и получить как можно больше сахара из свеклы. При наших масштабах производства уменьшить потери лишь на 1% —значит дать народу дополнительно миллионы центнеров сахару.

Из года в год наша сахарная промышленность увеличивает свою продукцию. Строится немало новых мощных заводов, появляются более производительные машины и аппараты. Таковы, например, диффузионные аппараты непрерывного действия, полностью автоматизированные центрифуги, новые установки для более совершенной очистки сока и сиропа с помощью ионитов (см. ст. «Настоящее и будущее ионитов»).

Советский Союз уже сейчас производит больше сахара, чем самая мощная капиталистическая страна — Соединенные Штаты Америки. Выпуск этого ценного пищевого продукта продолжает неуклонно возрастать.

■

КОНДИТЕРСКАЯ ФАБРИКА

На кондитерской фабрике меня угостили «Клубникой со сливками». Я попробовал и похвалил:

— Замечательная конфета!

— То есть как — конфета? Это же вовсе не конфета, а карамель с начинкой.

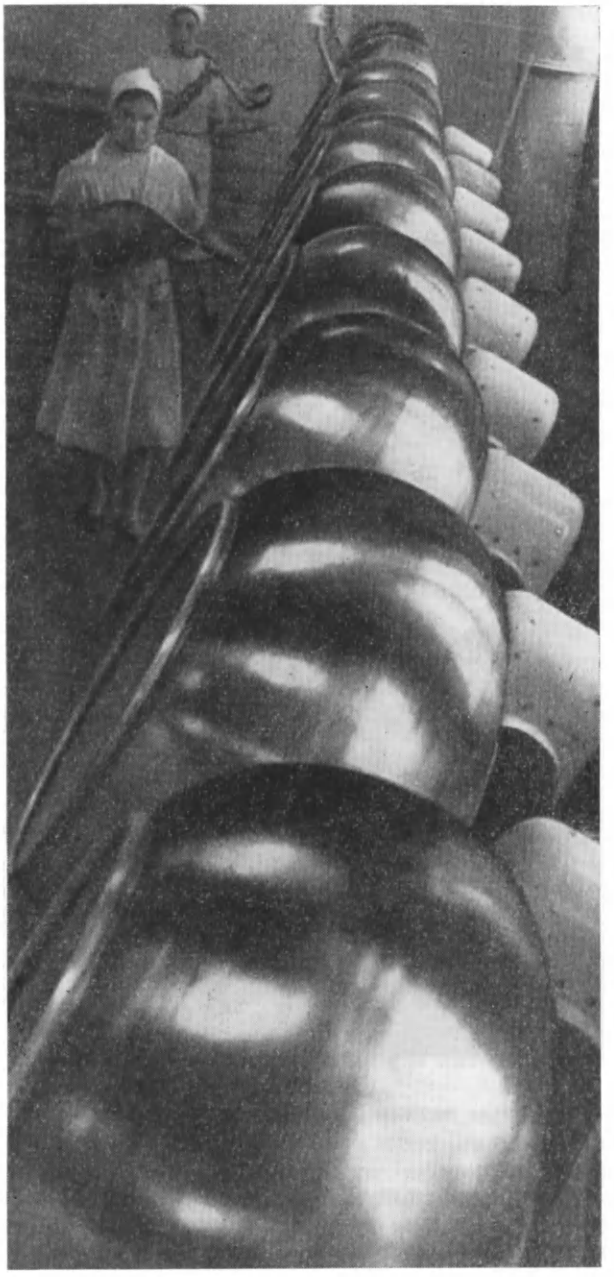
И, увидев мое удивление, объяснили, что карамели приготовляют *увариванием* сиропа, а конфеты — *сбиванием* сиропа с какими-либо добавками: сахаром, орехами, вареньем, маслом, сгущенным молоком. Словом, с точки зрения кондитерского производства конфеты и карамели — это вещи совершенно разные. Но и те и другие очень вкусные. Их любят все — и взрослые, и дети. Их везут во все концы страны пароходы и самолеты, поезда и грузовики. Тысячи и тысячи ящиков, а в них многие миллионы конфет, аккуратно завернутых в красивые бумажки.

При ручном труде удовлетворить массовый спрос на конфеты было бы совершенно невозможно. С этим справляется только современное, высокомеханизированное и автоматизированное производство. Крупная кондитерская фабрика — это большой, прекрасно слаженный производственный организм. И, как у всякого организма, у нее есть свое сердце.

Сердце кондитерской фабрики — это сиропная станция. Здесь варят сироп из сахарного песка и патоки. Отсюда он идет по трубам во все цехи.

Вот сироп приходит в карамельный цех. Здесь его прежде всего уваривают в вакуум-аппарате, от которого тянется лента густой сладкой массы. Она скользит по металлическому столу под тремя дозаторами. Из одного сыплется порошок лимонной кислоты, из второго капает ароматическая эссенция, из третьего — специальная пищевая краска. От цвета и аромата зависит сорт карамели: «Мятная» или «Дюшес», «Барбарис» или «Театральная».

Месильная машина утягивает ленту со стола и хорошо перемешивает. Готовую карамельную массу скатывает в конус катальная машина. Из вершины конуса ролики все время вытягивают жгут. Он, как змея, уползает в лоток формовочно-заверточной машины. У другого конца лотка вращающийся нож отрубает одинаковые карамельки. Толкатель выталкивает их вбок, где идут две бумажные ленты: узкая белая и пошире с рисунком. Лапа толкателя ловко вминает карамельку в эти ленты, а затем нож обрезает бумагу.



Готовые карамельки глазируют во вращающихся наклонных котлах.

Линия машинной завертки готовых конфет.

Сбоку от лотка — колесо. Оно похоже на карусель, только поставленную набок. Вместо колясок на этой карусели пары лапок-державок. Колесо поворачивается скачками. Вот державки захватили обернутую карамельку. Скачок — и следующая пара державок хватает следующую карамельку. А дальше стальные «пальцы» автомата ловко закручивают кончики обертки. Готовые карамельки летят, как из пулемета,— 400 штук в минуту!

Леденцы делают на других машинах. Здесь навстречу друг другу вращаются два вала с фигурными углублениями. Захватывая ленту карамельной массы, валы штампуют ее. Из углублений разной формы выпрыгивают леденцы, похожие то на яблочко, то на грушу, то на ягоду малины.

Несколько сложнее производство карамели с начинкой. В катальную машину подаются по трубке готовая начинка и карамельная масса для оболочки. Валики, поставленные под углом друг к другу, скатывают карамельную массу в конус, внутри которого проходит трубка с начинкой. Из вершины конуса, где эта трубка кончается, карамельная масса тянется уже с начинкой внутри. Формовочная машина сдавливает ее с боков и прессует готовые карамельки. Их охлаждают, очищают в шкафу-трясуне и глазируют во вращающемся наклонном котле. Охлажденная после глазировки карамель с начинкой идет либо на завертку, либо на расфасовку, которая выполняется на автоматической линии. Проследим, как это происходит.

Незавернутая карамель катится по желобу в бункер весов-автоматов. Набрав нужный вес, бункер опускается и высыпает карамель в лотки, соединенные в бесконечную цепь. Она несет порции карамели дальше, а опорожненный бункер поднимается и снова становится под загрузку. А пока он опускался, загружались бункеры других весов.

Другая ветвь линии делает упаковочные коробки. Она разматывает рулон картона, печатает на нем контуры коробок, потом вырубает по ним заготовки, смазывает их клеем, складывает, обжимает и, наконец, кладет на движущуюся ленту. Здесь над коробками опрокидываются лотки с отвешенными порциями карамели.

Но одинаково ли наполняются все коробки? Не обвесим ли мы покупателя? Сейчас проверим! Коробки едут к станции контроля уровня. Здесь на открытую коробку опускается специальная площадка. Если карамели мало, площадка опускается ниже положенного уровня. В этом случае она включает механизм, сталкивающий коробку вбок. И здесь впервые на всем пути карамель (вернее, коробка с карамелью) попадает в руки к работнице. Она быстро довешивает коробки вручную и передает их на заклеечную станцию. Но огромное большинство коробок приходит на эту станцию прямиком.

В ирисном цехе производство начинается с приготовления ирисной массы. Ее варят из

сиропа со сливочным маслом или другими добавками. Массу уваривают в вакуум-аппарате, охлаждают и закладывают в каатальную машину. А дальше идет точно такая же формовочно-заверточчная машина, как в производстве леденцовой карамели.

Интересно механизировано производство помадных конфет: «Кремок», «Школьная», «Волейбол» и др. В конфетном цехе помадосбивальная машина сбивает помаду, которая подается затем в воронку конфетоотливочной машины. Воронка эта необычная. У нее внизу не один сосок, а 24 в ряд. А под сосками едут на ленте лотки с формами. Лотки деревянные, заполненные крахмальным порошком, в котором предварительно выдавлены ряды одинаковых углублений.

Как только очередной ряд подъедет под воронку, из каждого соска выливается порция массы в свое углубление (а их в каждом ряду 24, по числу сосков). Залитая форма выстаивается 2 часа, чтобы заготовки конфет (они называются «корпуса») остыли и затвердели. Затем содержимое лотков высыпают в механическое сито. Крахмал отсеивается и снова идет на формовку, а готовые корпуса очищают щетками или обдувают.

На этом производство незавернутых помадных конфет — «Кремок», «Фруктовая помадка», «Шоколадная помадка» — заканчивается. Конфеты «Школьная», «Восточные» и др. идут на заверточные машины. А «Волейбол», «Пилот», «Кавказские» и многие другие сорта передаются в глазировочную машину. В этой машине движется бесконечная лента сетки. Разложенные на сетке корпуса конфет проезжают под фильерой (узкой щелью в дне), из которой на них льется или шоколадная масса, или — для более дешевых сортов — так называемая жировая глазурь. Она обволакивает корпуса снаружи, а избытки стекают в сборник и снова идут в дело. Готовые конфеты сушатся и поступают на завертку или расфасовываются в незавернутом виде.

В ворота кондитерской фабрики то и дело въезжают грузовики. Они привозят мешки сахара, бочки патоки, повидла, сливочного масла, бутыли с пищевыми красками и ароматическими эссенциями, рулоны бумаги и картона. А навстречу выезжают машины с ящиками готовой продукции. И к большей части этой продукции ни разу не прикасалась рука человека!

■

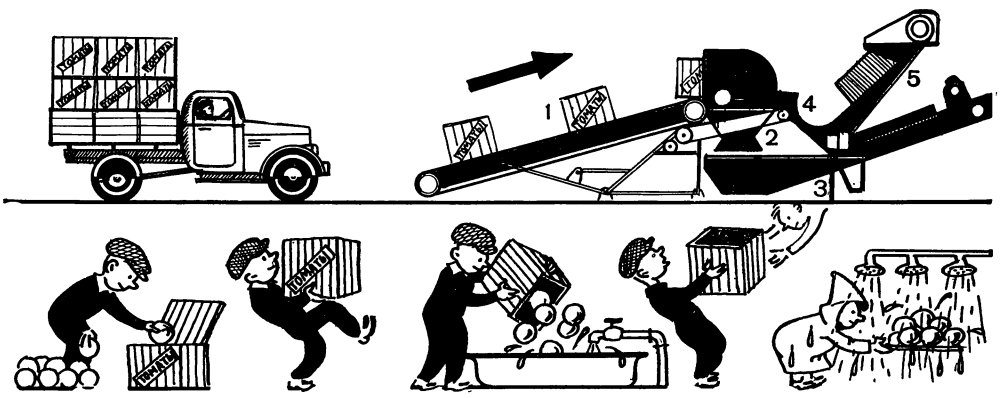
КОНСЕРВНЫЙ ЗАВОД

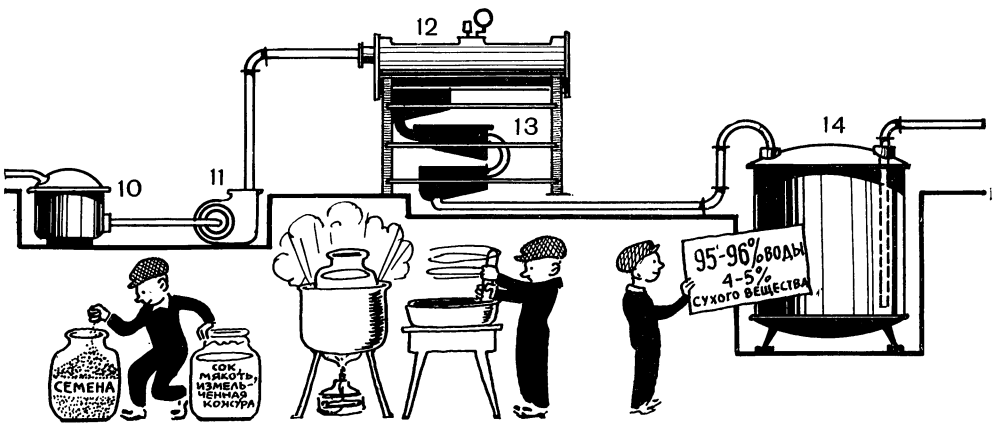
Вы, конечно, помните, как хвастался гоголевский Хлестаков: «Суп в кастрюльке прямо на пароходе приехал из Парижа; откроют крышку — пар, которому подобного нельзя отыскать в природе...» Провинциальные чиновники и верили Хлестакову, и не верили. «Конечно, прилгнул немного,— размышлял городничий,— да ведь не прилгнувши не говорится никакая речь...»

Но то, что было невероятно в начале прошлого века, сейчас стало самым обычным делом. Кому из нас незнакомы ароматный консервированный украинский борщ, килька из Прибалтики, горошек из Молдавии, болгарский маринованный перец, айва из Араратской долины, сайра с Атлантики, печень трески, черноморские бычки в томате? И привычными всем они стали потому, что в наши дни существуют консервы. В 1964 г. одних только плодовых и овощных консервов выпущено в нашей стране больше 5 млрд. банок. Если бы хоть половину всех этих банок можно было поставить одну на другую, получилась бы колонна высотой до Луны! Вырабатывать консервы в таких астрономических количествах стало возможно только благодаря широкой механизации и автоматизации консервного производства.

Несмотря на огромное многообразие производимых сейчас консервов, в их изготовлении много общего. Прежде всего одинакова конечная цель технологического процесса — сделать продукты такими, чтобы они могли выдержать долгий срок хранения и перевозку на дальние расстояния. Достигается это в основном температурной обработкой продуктов (нагреванием или замораживанием), убивающей микробы, и герметической упаковкой.

Поэтому почти на всех консервных предприятиях есть специальные нагревательные установки или замораживающие устройства и





автоматические упаковочные агрегаты. Если вы будете знать, как делают одни какие-нибудь консервы, вы легко сможете себе представить и способ изготовления любых других.

Статья «Молочный комбинат» уже познакомила вас с оборудованием и технологией приготовления сгущенного и сухого молока. А теперь рассмотрим, как делается томат-паста. Это очень массовый вид продукции. Многочисленные заводы юга нашей страны в сезон созревания томатов перерабатывают их тысячами тонн.

Вот томаты прибыли на завод. Их разгружают вилочными электропогрузчиками и подают в цех, где установлены автоматизированные поточные линии по переработке томатов в пасту.

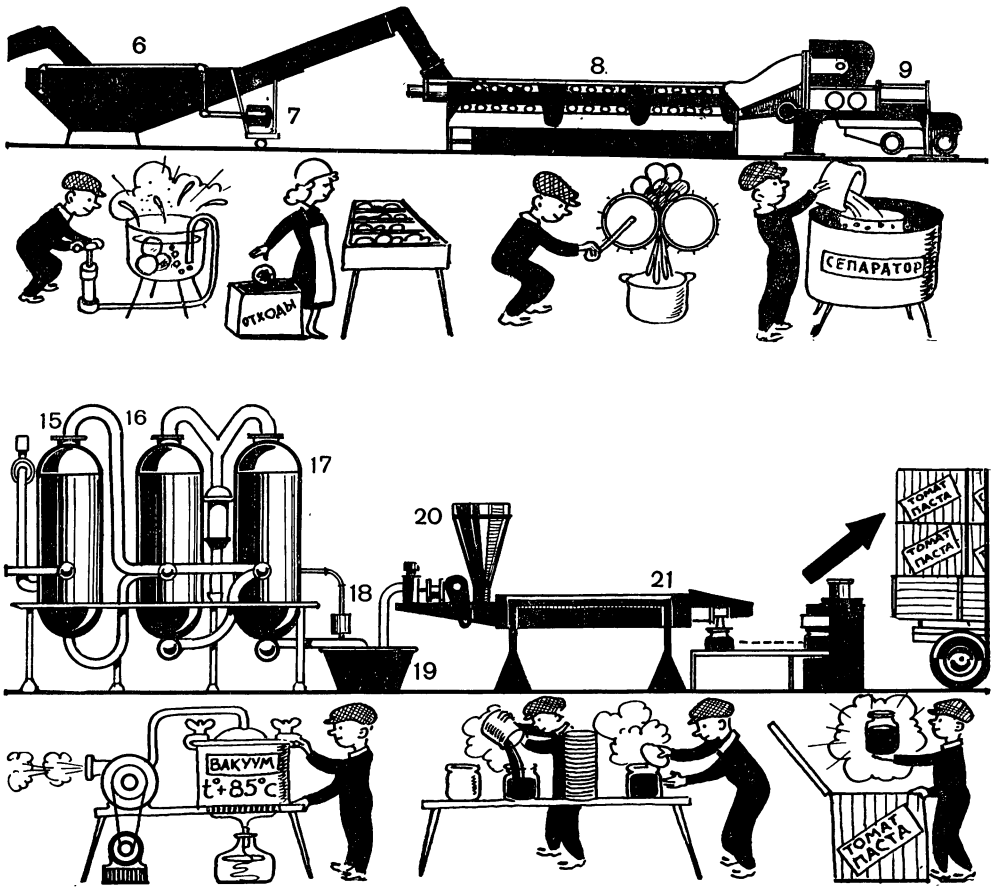
Линия начинается с приемного транспортера ящикоопрокидывательной машины (1). Томаты вываливаются в бункер (2), а оттуда падают в ванну моечной машины (3). Пустые ящики уносятся транспортером (4) к ковшовому элеватору (5), который поднимает их к машине для мойки ящиков.

Но вернемся к томатам. Цепной транспортер «выуживает» их из ванны, проносит под сильным душем и вываливает в ванну следующей моечной машины — компрессорной (6). В ванне этой машины проложены трубы со множеством отверстий. Компрессор (7) нагнетает в них воздух. С силой вырываясь из отверстий, воздух заставляет воду в ванне бурлить, клокотать. Окончательно отмытые томаты еще раз проходят под душем и попадают на инспекционный конвейер (8).

Этот конвейер немного похож на обычный ленточный транспортер. Только вместо резиновой или брезентовой ленты у него две цепи, между которыми закреплены оси с роликами. Цепи «едут» и тянут ролики по неподвижным планкам. Ролики трутся о планки и вертятся. От этого лежащие на них томаты кувыркаются, показывая все свои бока. А вдоль конвейера стоят работницы. Они смотрят, нет ли где гнилого томата. Чуть увидят — сбрасывают в специальные бункеры для отходов.

После того как томаты были собраны на плантации и уложены в ящики, рука человека их больше не касалась. Здесь она прикасается к ним снова, но уже в последний раз. И то не ко всем, а только к негодным. Но все же это не дает покоя конструкторам. Они работают над тем, чтобы поручить инспекцию электрическим глазам фотоэлементов и механическим рукам-хваталкам. Но здесь все еще впереди. А пока пойдем дальше.

Годные томаты уносятся транспортером в семяотделитель (9). Оказывается, се-



мена томатов содержат много жира. Их нужно отделить, чтобы потом извлечь этот жир в специальных машинах. В семяотделителе томаты сначала дробятся между зубьями двух барабанов. Получается каша, которая идет в сепаратор. Это быстро вращающийся барабан с отверстиями. Кожура скапливается внутри барабана и уходит по желобу в дробилку. А сок, мякоть и семена проходят сквозь отверстия и сливаются в протирочную машину. Здесь семена, наконец, отделяются. Они остаются на мелком сите, а мякоть с соком протирается и выходит в сборную трубу. Сюда же подается из дробилки измельченная кожура.

Вся эта масса стекает в сборник (10), а из него насосом (11) подается в подогреватель (12). Подогретая масса снова тщательно перетирается в протирочной машине (13). Получившийся продукт собирается в баке (14). Но это еще не густая томат-паста, а нечто вроде жидкого сока. В нем 95—96% воды и только 4—5% сухого вещества.

Сейчас ведутся работы над созданием томатного порошка. Но это дело будущего. А пока заводы выпускают концентрированную томат-пасту, содержащую не 5, а 30% сухого вещества. Чтобы получить такой концентрированный продукт, пасту уваривают под вакуумом. Для этого служит непрерывно действующая трехкорпусная вакуум-выпарная установка. Вакуум в ней нужен для того, чтобы паста кипела при температуре ниже 100°, иначе она пригорит.

Из бака (14) жидкая паста засасывается в первый корпус (15) установки. Здесь она кипит под вакуумом при +85°. Частично уваренный продукт переходит во второй корпус (16), а затем в третий (17), где окончательно уваривается. На выходе стоит автоматически действующий прибор (18), который все время контролирует содержание в пасте сухих веществ. Если оно оказывается меньше 30%, то прибор сам включает насос, возвращающий пасту снова в третий корпус. Пусть еще поварится!

Готовая паста собирается в сборнике (19). Отсюда она поступает в пастоподогреватель-накопитель (20). Наполненные горячей пастой банки герметически укупориваются. Это делается в закаточной машине (21).

Остается наклеить на банки этикетки и просушить их. На современном консервном заводе это тоже делают машины. На нашей схеме они не показаны.

ИСКУССТВЕННЫЙ ХОЛОД

Долго люди пользовались только естественным охлаждением. Лишь в начале XIX в., когда ученые открыли новые свойства жидкостей и газов, удалось получить холод искусственно. Сначала искусственный холод применялся только для лучшего сохранения продуктов, но недавно он стал помощником человека и на производстве. В жаркие дни он охлаждает воздух в заводских цехах, позволяет осуществлять в промышленных масштабах химические реакции, протекающие только при пониженной температуре. Холод применяют для замораживания грунтов при проходке шахт и тоннелей. Замерзший грунт служит хорошей преградой от проникновения воды. На многих заводах холодом обрабатывают сталь. После закалки ее охлаждают до —70° и выдерживают при такой температуре несколько часов. Металл приобретает мелкозернистую структуру, становится более твердым и не таким хрупким. Теперь трудно назвать область техники, где искусственный холод не нашел бы себе применения. Приручённый холод стал нашим настоящим помощником и другом.

Как работают холодильные машины

Каждая жидкость имеет свою температуру кипения. Но, понижая давление над жидкостью, можно достигнуть понижения температуры кипения. При кипении жидкость — ее называют холодильным агентом — отнимает тепло у охлаждаемого тела. Эффект охлаждения за счет кипения жидкости используется в паровых холодильных машинах.

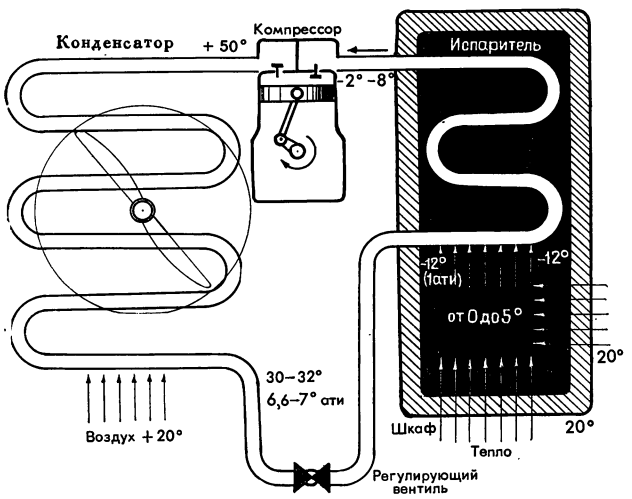


Схема компрессионной холодильной установки непосредственного испарения.

Наибольшее распространение получили компрессионные холодильные машины. Машины эти состоят из четырех основных узлов: испарителя, компрессора, конденсатора и регулирующего вентиля. Узлы соединены трубками и представляют собой единую герметичную систему, заполненную легкокипящим холодильным агентом.

Испаритель, в виде змеевика или ребристой батареи, расположен непосредственно в шкафу или в камере, где хранятся продукты. Холодильный агент кипит в испарителе при низкой температуре (минус 15—20°), охлаждая при этом воздух в камере примерно до 0°.

Компрессор отсасывает пары из испарителя, обеспечивая в нем низкое давление, и сжимает эти пары, направляя их в конденсатор. На сжатие паров затрачивается работа, и они нагреваются выше температуры окружающей среды. В конденсаторе пары охлаждаются воздухом (или водой) и снова превращаются в жидкость (конденсируются). Затем жидкий холодильный агент проходит через маленькое отверстие регулирующего вентиля. Давление жидкости при этом падает, и она снова поступает в испаритель, где за счет кипения охлаждает шкаф или камеру.

В качестве холодильных агентов применяют аммиак, фреон-12 и др.

Фреон-12 находит применение в небольших машинах, которые охлаждают шкафы, прилавки и камеры в магазинах, столовых и ресторанах. Аммиак же используют для крупных промышленных холодильных машин.

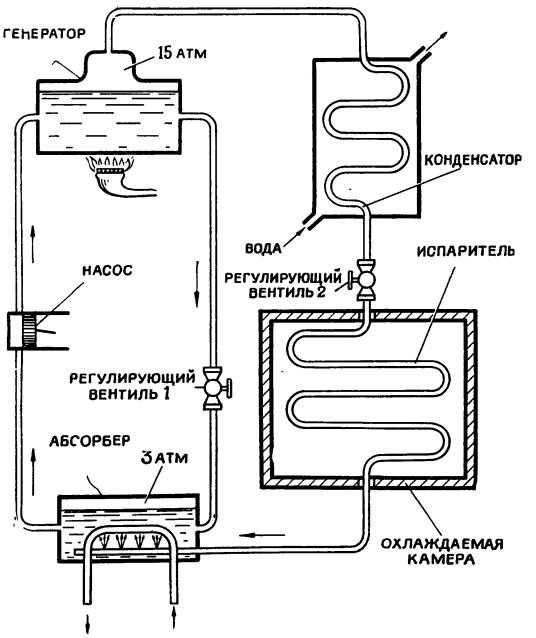
Наряду с компрессионными существуют и другие типы паровых холодильных машин: эжекторные и абсорбционные.

В эжекторных машинах для отвода паров из испарителя используется подсасывающий эффект струи пара, которая с большой скоростью проходит через узкое отверстие сопла эжектора. В непосредственной близости около струи пара, имеющей большую скорость, создается вакуум. Поэтому пары из испарителя по трубке поступают в камеру эжектора.

В абсорбционных машинах отвод паров из испарителя осуществляется за счет раствore-

ния и поглощения их жидкостью в специальном аппарате — абсорбере. Насыщенный раствор сжимают насосом, а затем подогревают (в генераторе). Пары из раствора при этом выделяются. Слабый раствор поступает обратно в абсорбер, а пары — в конденсатор. Там, охлаждаясь, они превращаются в жидкость, которая, проходя через регулирующий вентиль, снова поступает в испаритель.

В последние годы в холодильное дело все настойчивее и успешнее вторгается техника полупроводников (об этом, а также о других областях применения полупроводников подробно рассказано в ст. «Полупроводники в технике»).



Так работает абсорбционная холодильная машина.

Свежие фрукты круглый год

Для хранения продуктов в местах их заготовки строят крупные холодильники. Современный холодильник — это большое здание без окон, со стенами, облицованными изнутри материалами с низкой теплопроводностью. Здание разбито на отдельные камеры. В каждой из них хранятся определенные продукты и поддерживается нужная температура. Опыт показал, что для каждого продукта есть вполне определенные границы температуры, позволяющие дольше всего сохранять его вкусовые и питательные качества. Сама холодильная машина расположена в отдельном помещении, а холодильный агент или просто охлажденный воздух подается в камеры.

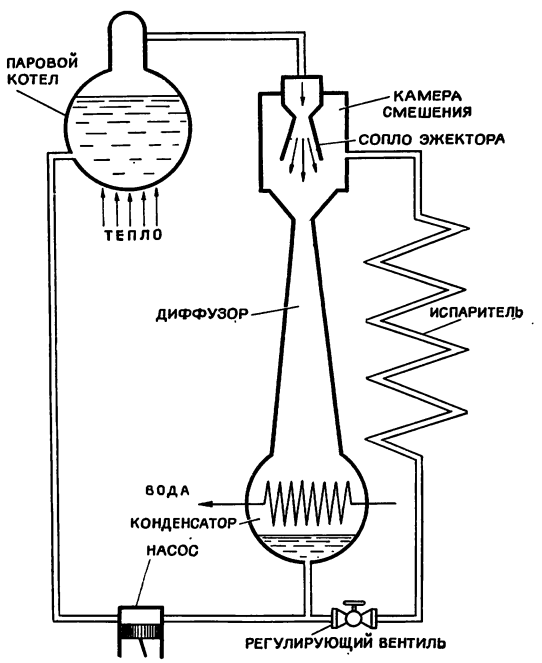


Схема пароводяной эжекторной холодильной машины.

Для хранения и перевозки рыбы используют суда-рефрижераторы — плавучие холодильники. По железным дорогам скоропортящиеся продукты долгое время перевозили только в вагонах-ледниках. В специальные «карманы» этих вагонов загружался лед. Теперь появились целые поезда-рефрижераторы. В одном вагоне располагаются холодильная машина и двигатель, который приводит ее в действие, другие вагоны — это холодильные камеры. Часто на улицах города можно видеть автомобиль с длинным закрытым серебристым кузовом. Это авторефрижератор. В передней части кузова помещается холодильная машина. Компрессор ее приводится в движение двухтактным мотоциклетным двигателем. Испаритель расположен в холодильной камере, занимающей остальную часть кузова. Для более равномерного охлаждения продуктов в камере помещен вентилятор, создающий циркуляцию воздуха. В таких авторефрижераторах поддерживается температура —15°.

Свежие продукты, доставленные в города, попадают в магазины, столовые. Там тоже име-

Домашний холодильник.

ются холодильные камеры, шкафы. Они полностью автоматизированы. Для хранения молока, например, требуется температура от +2° до +4°. При достижении температуры +2° компрессор автоматически выключается. Когда температура в шкафу из-за притока тепла поднимется до +4°, давление паров фреона-12 в испарителе возрастет и специальный прибор — прессостат — снова включит компрессор.

Так же работают и наиболее распространенные домашние холодильники — компрессионные. В верхней части небольшого шкафчика такого холодильника расположен испаритель. Между двойными стенками холодильника проложена изоляция, препятствующая проникновению тепла внутрь. Основные узлы холодильной машины — компрессор с электромотором в герметическом кожухе и змеевиковый конденсатор — расположены на задней стенке шкафа. Автоматическое включение и выключение компрессора, когда в шкафу достигнута необходимая температура, производит специальный прибор — термостат. Установив ручку термостата на определенном делении шкалы, вы получите нужную температуру в шкафу.

В настоящее время применяются новые методы хранения продуктов. Оказывается, если их заморозить очень быстро, то они гораздо дольше и лучше сохраняют свои вкусовые свойства. Например, свежеиспеченные булочки, став от резкого воздействия холода твердыми, как камень, могут в таком состоянии храниться до двух месяцев. Если их прогревать 10 минут в духовке, булочки снова станут мягкими и ароматными. Таким же способом можно долго сохранять фрукты, овощи, даже готовые обеды.

Быстрое охлаждение производят в специальных скороморозильных машинах. Чтобы ускорить охлаждение, вентилятор гонит в этих аппаратах холодный воздух с очень большой скоростью.

А знаете ли вы, как делают мороженое?

Молоко или сливки смешивают с сахаром и водой, нагревают до 65° и выдерживают в течение получаса. При этом погибают все микроорганизмы. Затем смесь фильтруют и сжимают насосом до 150 *атм*. Под таким большим давлением ее с громадной скоростью пропускают через маленькое отверстие, причем на пути помещают твердую преграду. Жировые частички, ударяясь о нее, разбиваются на мельчайшие брызги (до одного микрона), и смесь становится совершенно однородной.

Теплая масса выливается на трубки охладителя. В верхних трубках протекает холодная вода, а в нижних — холодильный агент с температурой от —5 до —6°. Смесь охлаждают до +4° и направляют в холодильный аппарат — фризер. Это горизонтально расположенный цилиндр с двойными стенками, между которыми под низким давлением кипит аммиак. Он охлаждает поступающую смесь до температуры —4°; затем ее взбивают и насыщают воздухом. Вращающиеся ножи снимают с внутренней стенки загустевшую, как сметана, массу. Теперь мороженое разливают в формочки. Готовые порции мороженого кладут между двумя вафлями или обливают шоколадом, после чего остается только завернуть их в бумагу.

Глубокий холод

В предыдущих разделах статьи «Искусственный холод» рассказывалось о холодильном деле, связанном с пищевой промышленностью, с механикой хранения и транспортировки продуктов питания. Проблема получения и использования глубокого холода (температура ниже —120°) не имеет прямого отношения к ука-

занной теме. Однако без рассказа о сверхнизких температурах и их применении статья об искусственном холоде была бы неполной.

Получать температуры ниже —120° с помощью компрессионных установок сложно и невыгодно. Для этой цели применяются другие методы.

Если сжатый газ направить в цилиндр, то он расширится и переместит поршень, совершив при этом работу. Теряя свою энергию, газ сильно охлаждается. Такая машина называется детандером. Если сжатый газ направить на лопатки вращающегося колеса — турбодетандера, то и в этом случае, вращая ротор, он резко снизит свою температуру. Так, при падении давления с 6 до 1 *атм* воздух охлаждается с +20° до —90°.

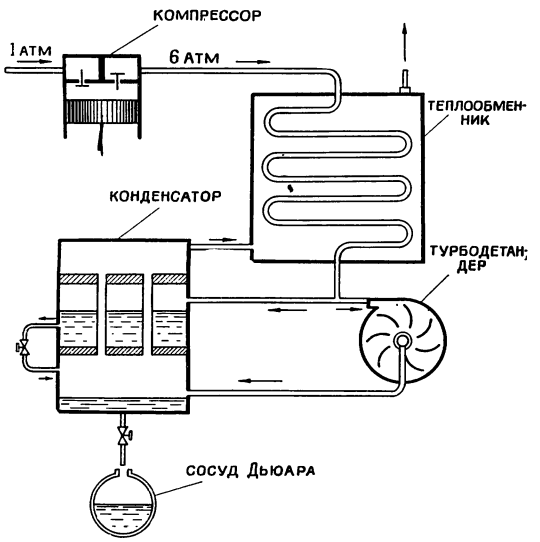


Схема работы машины для сжижения воздуха.

В установке для получения жидкого воздуха сжатый в компрессоре до 5—6 *атм* воздух, прежде чем попасть в турбодетандер, охлаждается в теплообменнике. Из турбодетандера еще более охлажденный воздух поступает в конденсатор. Там он охлаждает и превращает в жидкость другую часть воздуха, которая с давлением 5—6 *атм* поступает из теплообменника в межтрубное пространство конденсатора. Через вентиль жидкий воздух направляется в нижнюю часть конденсатора, где давление уже 1 *атм*. Оттуда его можно слить в специальный сосуд Дьюара, где благодаря изоляции, создаваемой безвоздушным пространством между двойными стенками, жидкий воздух можно сохранять долгое время.

Получение сверхнизких температур позволило открыть интересные свойства различных веществ. Так, резина в жидком воздухе становится хрупкой, некоторые металлы начинают очень хорошо проводить электрический ток, а свинцовый колокольчик приобретает звучание чистого серебра.

Важнейшее применение глубокого холода — сжижение газов. Каждый газ имеет свою критическую температуру. Пока температура его выше критической, никаким давлением нельзя превратить его в жидкость. При современном развитии холодильной техники стало возможным охлаждать газы намного ниже их критической температуры и превращать их в жидкость при невысоких давлениях. Это позволило дешевым способом получать многие нужные нам газы. Так, если постепенно подогревать жидкий воздух, то сначала из него выделяется азот, имеющий более низкую температуру кипения, а жидкий кислород остается в сосуде. Этот способ получения кислорода широко применяется в промышленности.

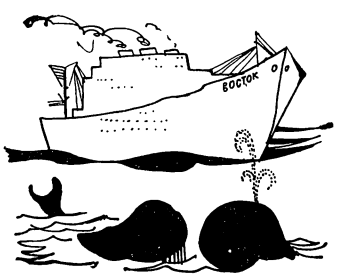
УНИКАЛЬНЫЙ КОРАБЛЬ

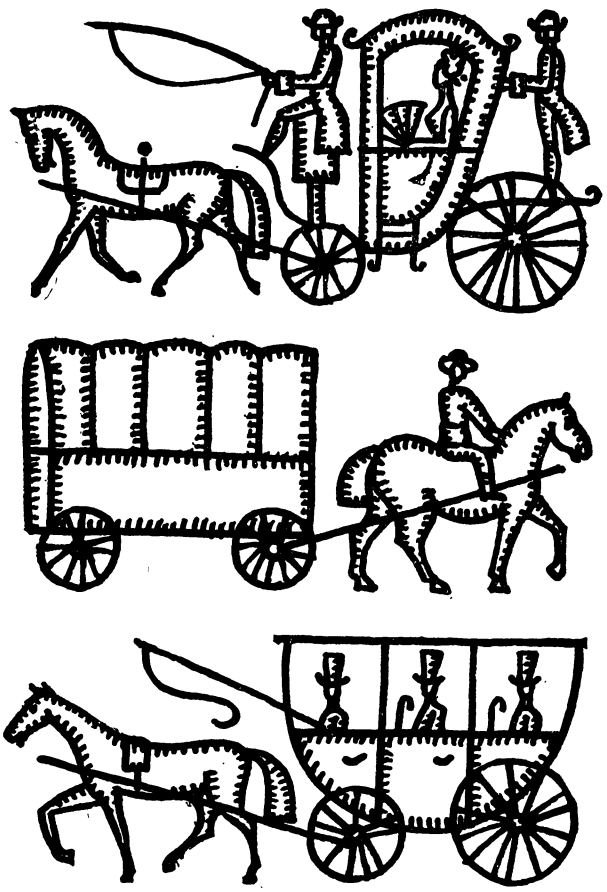
Этот корабль очень велик. От носа до кормы надо пройти почти четверть километра, а между бортами свободно «уляжется» 8-этажный дом — ширина палубы 27 *м*.

Великан поражает не только размерами. Мощность его двигателей — 26 тыс. *л. с.*, а водоизмещение — 43 тыс. *т*.

У этого корабля-гиганта важная и очень мирная специальность. «Восток» —это плавучая база-рыбозавод. Этот небывалый великан может плавать и у вечно покрытых льдом берегов Антарктиды, и в жарких морях тропиков. Проектная мощь завода — 300 тыс. *кг* рыбных консервов, маринадов, солений и прочих деликатесов в сутки. Подсчитай-ка, сколько миллионов килограммов рыбы перерабатывает «Восток» за год!

Проектировали «Восток» многие научные институты. А построили его корабельщики Адмиралтейского завода в Ленинграде. При этом были использованы самая передовая техника, последние достижения науки, новейшие пластмассовые материалы.





ТРАНСПОРТ

ЕДИНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ СССР

Наступил июнь. Во всех школах страны закончился учебный год, начались каникулы. Ребята разъезжаются в пионерские лагеря, отправляются в туристские походы. Наступило время отдыха и для учителей.

И вот представьте себе, что учитель одной из школ далекого камчатского города Петропавловска решил провести отпуск в Крыму, на Черном море, а по дороге заехать в Москву, повидаться с друзьями, с которыми вместе учился.

Итак, в путь! Из Петропавловска-Камчатского до Владивостока — на теплоходе; оттуда в Москву — самолетом; из Москвы до Симферополя — поездом; оттуда до Ялты — троллейбусом. А если не сидится на месте, то можно еще съездить на междугороднем автобусе в Севастополь, Бахчисарай, Евпаторию. Вот сколько видов транспорта работает, чтобы помочь отдохнуть советскому человеку!

Но это, конечно, не единственное и даже не главное дело транспорта. Какие же еще задачи возложены на транспорт в сложном хозяйстве страны?

Зачем нужен транспорт

Днем и ночью идут по железным дорогам нашей необъятной Родины поезда, плывут по рекам теплоходы и баржи, бороздят морские просторы крупные и мелкие суда, рассекают воздушное пространство самолеты, катят по шоссе и проселкам автомобили. На тысячи километров проложены трубы, по которым перекачиваются нефть, бензин, керосин, идет газ (см. ст. «Трубопроводы»). На высоких ажурных мачтах подвешены провода, по которым передается электроэнергия.

Каждый день миллионы тонн грузов доставляются по назначению: уголь — от шахт к электростанциям, железная руда — к доменным печам, металл — к машиностроительным заводам, хлопок — на текстильные фабрики, кожа — на обувные. Без транспорта промышленность не могла бы работать: в несколько дней кончились бы запасы сырья и топлива, не стало бы запасных частей для ремонта, склады переполнились бы готовой продукцией, производство остановилось. Столь же необходим транспорт и сельскому хозяйству.

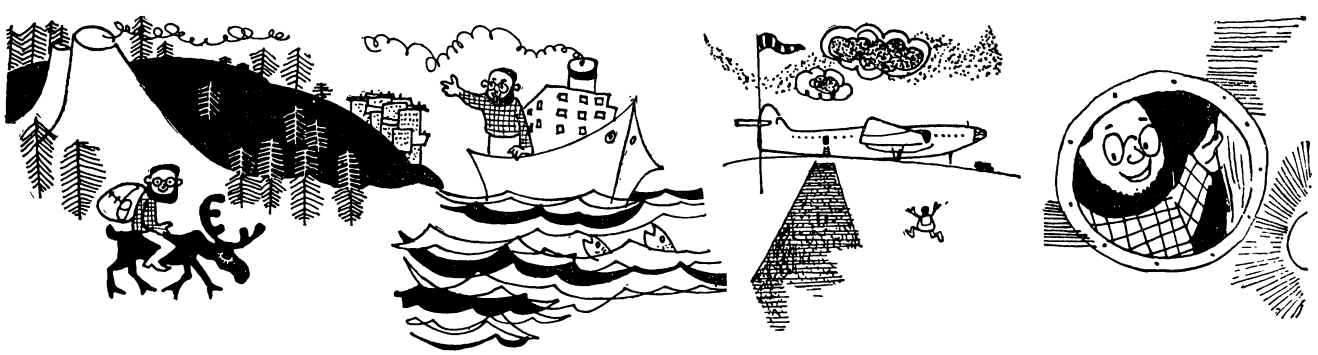
Огромное количество сельскохозяйственных грузов — зерна, картофеля, свеклы, овощей, фруктов и т. д.— перевозится на элеваторы и базы, на сахарные, консервные заводы и другие предприятия пищевой промышленности. Мука, мясо, молоко, масло и другие продукты, изделия легкой и тяжелой промышленности ежедневно доставляются в города и рабочие поселки. А на село с заводов и фабрик везут химические удобрения, сельскохозяйственные машины, строительные материалы, которые необходимы для развития сельского хозяйства, везут промышленные изделия — ткани и обувь, одежду и книги, радиоприемники и телевизоры, велосипеды и мотоциклы.

По нашей огромной стране, особенно летом, движутся нескончаемые потоки пассажиров. В железнодорожных поездах, автомобилях и автобусах, на морских и речных судах и самолетах едут, плывут, летят люди, едут на заводы, стройки, на целинные земли, в институты, на курорты. Транспорт необходим и для перевозок внутри предприятий, для перемещения грузов между цехами и внутри цехов, для перевозки всякого рода колхозных и совхозных грузов. Эти работы выполняют конвейеры и краны, подъемники и подвесные дороги, внутризаводские асфальтобетонные и рельсовые пути, подземный транспорт шахт и различные трубопроводы, автомобили, принадлежащие совхозам и колхозам, и т. д. Наконец, большое значение имеет и городской транспорт (см. ст. «Транспорт большого города»).

У каждого вида транспорта свои преимущества

Как видите, в стране рядом и одновременно действуют различные виды транспорта. Каждый из них отличается своими особенностями. И задача работников транспорта — наилучшим образом использовать эти особенности, полнее загрузить каждый вид транспорта теми перевозками, которые ему наиболее подходят, и тем самым сделать перевозки как можно дешевле. Надо добиваться, чтобы все виды транспорта работали согласованно и не приходилось бы терять время при переходе с одного на другой.

Наша страна очень велика, расстояния большие, поэтому важно, чтобы перевозки стоили бы возможно дешевле. Самый дешевый вид транспорта — водный. Подготовка и содержание в порядке водных путей в большинстве случаев обходится дешевле, чем строительство и ремонт железных дорог и шоссе. Кроме того, для перемещения по воде нужны гораздо меньшие усилия, чем для движения по суше. Но водный транспорт у нас имеет ограниченное применение. Во-первых, многие местности страны находятся



далеко от морей и больших рек. Во-вторых, реки и, за немногим исключением, морские порты зимой замерзают (см. ст. «Водный транспорт»).

Железные дороги не имеют этих недостатков. Их можно построить повсеместно и почти в любом направлении, работают они регулярно и могут перевозить очень много грузов. Поэтому, хотя постройка железных дорог обходится довольно дорого, именно они выполняют $^3/_4$ всей перевозочной работы в нашей стране. Среднее расстояние перевозки грузов по железным дорогам в СССР составляет около 800 *км*, а по рекам — 450 (см. ст. «Железнодорожный транспорт»).

Построить обычную шоссейную дорогу стоит в 2—3 раза дешевле, чем железную. Но зато перевозка автомобилем обходится во много раз дороже, чем по железной дороге. Почему? Понять нетрудно: вспомните, что электровоз тянет за собой поезд с двумя и более тысячами тонн полезного груза, а самый мощный грузовой автомобиль может перевезти несколько десятков тонн. Но такие автомобили — редкость. А обычные машины поднимают лишь 2—4 *т*. Поэтому расходы по перевозке железной дорогой распределяются на большее количество тонн, чем при перевозке автомобилем, и на каждую тонну приходится меньше затрат. Перевозка одной тонны груза, например, от Москвы до Ростова-на-Дону обходится самим железным дорогам примерно в 3 руб., а от Москвы до Ленинграда — 2 руб. Перевозка 1 *т* груза на то же расстояние автомобилем обойдется в 20 раз дороже.

Автомобилем выгодно перевозить грузы на короткие расстояния — до 50 *км*. На такие расстояния перевозить грузы железной дорогой накладно: в этом случае «постоянные» расходы — по погрузке и выгрузке, подаче вагонов, формированию поездов — распределяются на малое количество километров, т. е. на каждый километр перевозки падают значительные затраты.

Среднее расстояние междугородних перевозок грузовыми автомобилями у нас составляет около 16 *км*. Только скоропортящиеся грузы — овощи, фрукты, живую рыбу — выгодно везти автомобилем и на большие расстояния, так как автомобиль позволяет доставить их быстрее, чем железная дорога. Лучше затратить больше средств на перевозку, но получить груз в сохранности, чем потратить меньше и выбросить потом значительную часть груза, испортившуюся в пути (см. ст. «Автомобильный транспорт»).

Самый быстрый вид транспорта — воздушный. Но он же и самый дорогой.

Как же распределяется работа между всеми видами транспорта в нашей стране?

Железнодорожный транспорт перевозит основную массу грузов и пассажиров во всех нужных направлениях.

Речным транспортом удобно перевозить лесные грузы, нефть, строительные материалы и некоторые другие массовые грузы. Больше всего грузов перевозится по Волге и ее притокам, Днепру, Северной Двине, а в Сибири — по Оби, Енисею. Ходят грузовые и пассажирские суда и по каналам — им. Москвы, Волго-Донскому им. В. И. Ленина, Волго-Балтийскому,— и по искусственным, созданным руками человека морям. Пассажиры пользуются речным транспортом главным образом там, где нет железных дорог или нельзя полететь самолетом. Кроме того, сама по себе поездка на речном судне летом настолько приятна, что привлекает

Разгрузка судов здесь производится с борта судна прямо в вагоны.

многих отдыхающих. За последние годы много пассажиров перевозят быстроходные речные суда на подводных крыльях. Такие суда курсируют между отдельными городами на крупных реках, например из Горького в Казань, быстрее, чем мощный теплоход или железная дорога.

Морской транспорт обслуживает в первую очередь прибрежные районы. Большое значение он имеет и для хозяйства нашей страны в целом. Морской транспорт доставляет в Советский Союз товары, купленные за рубежом, и вывозит из нашей страны товары, которыми торгует СССР со многими странами мира. Морской транспорт самый дешевый. Большие морские суда могут сразу забрать очень много груза. 40—50 тяжеловесных поездов понадобится, чтобы перевезти те 100 тыс. *т* нефтяных грузов, которые в один прием вмещает в себя крупный танкер.

Автомобильный транспорт, как уже говорилось, работает в основном на коротких расстояниях. Он подвозит грузы к железнодорожным станциям и пристаням и развозит прибывшие грузы на фабрики, заводы, в колхозы и т. д. Автомобили перевозят много строительных материалов, топлива, промышленных изделий в городах, а также зерна, картофеля, овощей, удобрений на селе. В тех местах — на севере и востоке страны, в горных районах,— где железных дорог мало, автомобильный транспорт перевозит грузы и пассажиров и на большие расстояния. Конкурирует автотранспорт с железными дорогами и в области пассажирских перевозок. Нередко пассажиры — туристы — предпочитают ехать из одного города в другой на автобусе. Это позволяет лучше познакомиться с достопримечательностями края, по которому лежит путь.

Воздушный транспорт используется для перевозки пассажиров и почты, особенно на большие расстояния, что дает значительный выигрыш во времени. Например, из Москвы в Хабаровск поездом надо ехать около недели, а самолетом можно долететь за 8 часов. На самолетах перевозят и некоторые грузы, нуждающиеся в особо спешной доставке, например ранние фрукты, цветы.

Четкость и согласованность

Все виды транспорта должны работать четко и согласованно друг с другом. Ведь в перевозке того или иного груза обычно участвует сразу несколько видов транспорта. Действительно, чтобы перевезти грузы по железной дороге, надо сначала подвезти их к станции отправления на автомобиле и автомобилем же вывезти со станции назначения. Железные дороги подвозят грузы к морским портам, где происходит перегрузка из вагонов в суда или из прибывших морских судов в вагоны. Да и пассажиры едут несколькими видами транспорта: до железнодорожной станции или аэропорта на автобусе, в такси, на метро, затем поездом или самолетом, а потом нередко опять новым видом транспорта— речным или морским.

Чтобы перевозка совершалась быстро, без задержек, надо прежде всего согласовать расписание работы различных видов транспорта. Например, ко времени прибытия теплохода должна быть приурочена и подача железнодорожных вагонов, а время отправления самолета надо рассчитать так, чтобы на него успели пассажиры прибывающего поезда. Если такой согласованности не будет, грузы из теплохода придется выгружать не сразу в вагоны, а на склад и лишь потом уже грузить в вагоны, а пассажиры потеряют много времени в ожидании пересадки.

Для быстрой, без задержек, перегрузки с одного вида транспорта на другой нужно, чтобы на морских и речных причалах имелись в достаточном количестве краны и другие перегрузочные механизмы, чтобы к железнодорожным станциям, пристаням, аэропортам вели удобные автомобильные дороги.

Значительно ускоряет и удешевляет перевозку многих грузов применение контейнеров — больших прочных ящиков стандартных размеров. Их загружают непосредственно на фабрике или заводе тканями, обувью, книгами, мебелью и т. д. Затем грузовые автомобили перевозят контейнеры на железнодорожную станцию, где подъемные краны устанавливают их на железнодорожные платформы. По прибытии на место их переставляют — тоже с помощью кранов — с платформы снова на автомобиль, который и доставляет их непосредственно получателю. Конечно, грузить и перегружать большой контейнер гораздо дешевле и быстрее, чем множество мелких ящиков.

* * *

Теперь, когда вы уже знаете, как работает транспорт нашей страны в целом, как отдельные его виды, дополняя друг друга, складываются в единую всесоюзную сеть, можно начать знакомство с каждым видом транспорта в отдельности.

■

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

Наша страна — крупнейшая железнодорожная держава. На железных дорогах страны трудится больше 2 млн. человек, а если считать вместе с железнодорожниками промышленных предприятий — больше 3 млн. От всей этой армии требуется величайшая организованность и дисциплина в работе. Для того чтобы поезда ходили точно по графику и расписанию, нужно заботливо содержать в исправности локомотивы и вагоны, путь и связь, нужно вовремя и тщательно их ремонтировать, нужно соблюдать правила эксплуатации. Железная дорога — это сложное техническое сооружение. Давайте познакомимся с основными элементами железнодорожного транспорта.

Путь должен быть по возможности пологим и прямым

Выйдем к железнодорожной линии. Перед нами расстилается полотно железной дороги. Не случайно оно так называется — мы видим широкую, ровную полосу земли, по которой уложены рельсы, далеко убегающие в обе стороны. Железнодорожный путь должен быть ровным, пологим, иначе локомотив не сможет вести за собой тяжелый поезд. Поэтому главные железные дороги — магистрали — на обширных равнинах нашей страны строят так, чтобы крутизна подъемов и спусков на протяжении всего пути была небольшой. На многих наших магистралях она не превышает 9 *м* на каждую 1000 *м* пути, или, как говорят железнодорожники, не больше 9 тысячных. Но немало железных дорог построено еще более пологими, с подъемами и спусками, не превышающими 6, а то и 4 тысячных. Какое это имеет значение, мы поймем, если узнаем, что на подъем в 4 тысячные локомотив может вести почти вдвое более тяжелый поезд, чем на подъем в 9 тысячных.

Железную дорогу стремятся сделать не только пологой, но и по возможности прямой. Например, железная дорога Москва — Ленинград построена с очень небольшими подъемами и уклонами и почти целиком по прямой. Однако таких дорог немного. Поверхность земли неровна, пересечена горами и холмами, реками и озерами, болотами и оврагами. Железная дорога должна «заходить» в попутные города и поселки. Со всем этим приходится считаться, когда трассу железной дороги наносят на карту, а затем проходят ее по местности с землемерными инструментами, чтобы установить ее в «натуре».

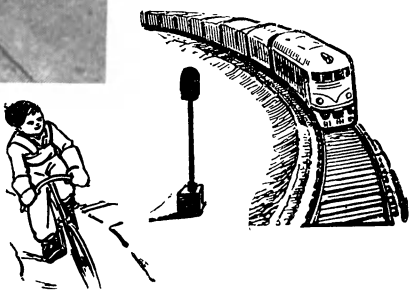
Трассу дороги выбирают так, чтобы по возможности снизить затраты на ее строительство и содержание, «вписаться» в рельеф поверхности. Чем более пологим и прямым хотят построить железнодорожный путь и чем менее ровна поверхность земли, тем больше нужно земляных и строительных работ, тем выше насыпи в низинах и глубже выемки, прорезающие возвышенности, тем больше и длиннее мосты. Все это сильно удорожает постройку железной дороги, но зато удешевляет эксплуатацию. А в горах железную дорогу часто приходится прокладывать по очень извилистой трассе, строить виадуки через пропасти, пробивать тоннели.

В настоящее время широко применяют землеройные машины — экскаваторы, скреперы,— а также самосвалы и другие средства транспорта (см. статьи раздела «Строительство»). Насыпи нужно строить так, чтобы они не осели. Надо их уплотнять и укреплять откосы камнем и дерном, а для отвода воды у подошвы насыпи прорыть канавы. Там, где железнодорожный путь проходит в выемке, надо также укреплять откосы и рыть канавы—кюветы для отвода воды.

Мосты и тоннели

Трудно и сложно строить мосты, особенно большие. Мосты строят из металла, железобетона, камня, дерева. В настоящее время чаще всего возводят металлические и железобетонные мосты. Если речка узкая, то строят береговые опоры и устанавливают на них пролетное строение— стальные или железобетонные балки. Если же река широкая, то, кроме береговых, приходится возводить промежуточные опоры (быки), фундамент которых уходит в русло реки, и устанавливать несколько пролетных строений. На современных больших мостах пролетные строения часто делают в виде металлических или железобетонных арок, которые несут нагрузки от проезжей части моста. Арки в мостах применяются с древнейших времен. Они воздействуют на опоры не только вертикальным, но и горизонтальным давлением, создавая распор. Если концы арки стянуты брусом—затяжкой, то арка воздействует на опоры только вертикальным давлением.

На поворотах путь укладывают так, чтобы наружный рельс был выше внутреннего.



Металлические пролетные строения легче железобетонных, но на них идет много стали, их делают на металлургическом заводе, а на месте только устанавливают. Но металл ржавеет, и мост, кроме того, приходится часто красить, чтобы защитить от ржавчины. Железобетонный мост тяжелее, но его можно делать на месте и красить не надо. В последнее время строят все больше железобетонных мостов.

В горной местности для проведения железной дороги, как уже говорилось, часто приходится пробивать тоннели. Для сооружения тоннеля в мягких породах применяют специальные проходческие щиты. Они медленно передвигаются по трассе будущего тоннеля по мере того, как выбирают грунт впереди. С помощью щита стены тоннеля облицовываются каменными, чугунными или железобетонными плитами.

Когда тоннель сооружается в каменных породах, приходится применять взрывные работы.

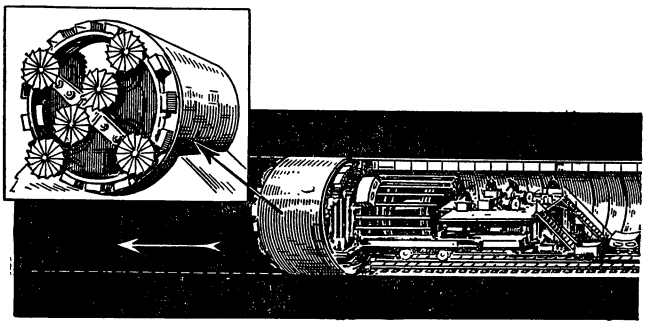
Проходческие щиты применяются и при сооружении в крупных городах подземной железной дороги — метрополитена.

Земляное полотно и мосты называются н и ж н и м с т р о е н и е м п у т и. Оно служит основой в е р х н е г о с т р о е н и я пути — рельсов, шпал и балласта. Посмотрим на рельс с его торца (конца). Поперечный профиль рельса состоит из головки, по которой катятся колеса локомотивов и вагонов, высокой и узкой шейки и широкой подошвы, которые не дают рельсу изгибаться вниз и в стороны при прохождении тяжелого поезда.

Почему поезда не сходят с рельсов

Колеса подвижного состава наглухо насажены на оси и вращаются вместе с ними (их называют к о л е с н ы м и п а р а м и). На ободе каждого колеса насажено плотно охватывающее его стальное кольцо—бандаж. С внутренней стороны бандажа по всей его окружности есть выступ—гребень. Он не дает колесу сойти с рельса наружу. Сойти с рельса внутрь рельсового пути колесу мешает гребень другого колеса той же колесной пары.

Вес локомотива или вагона создает нагрузку на колесо, а через него на рельс. Поэтому при движении подвижного состава между колесом и рельсом возникает сила трения (сцепления), и колесо не скользит, а катится по рельсу. От силы, прижимающей колесо к рельсу, зависит и сила тяги локомотива. Чем тяжелее локомотив и чем сильнее его колеса прижимаются к



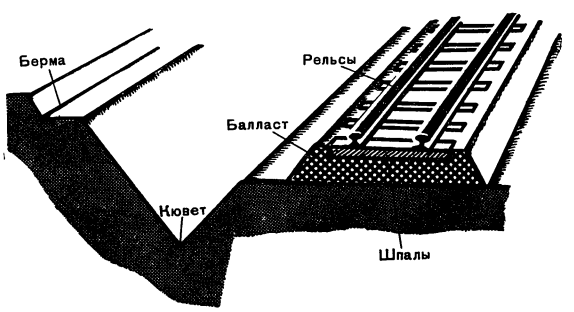
Так выглядит проходческий щит. *Слева* — фрезы, которыми щит разрыхляет грунт.

рельсу, тем более тяжелый поезд может он вести. Конечно, двигатели локомотива должны быть достаточно мощными, чтобы вести поезд с необходимой скоростью. Но если локомотив будет слишком легким, то он не сможет вести за собой тяжелый поезд, какими бы мощными ни были его двигатели. Колеса такого локомотива не будут достаточно сильно прижиматься к рельсам и начнут скользить.

Железнодорожный путь

Рельсовый путь очень облегчает движение подвижного состава на стальных колесах. Еще до появления железных дорог выяснилось, что лошадь по рельсовому пути может везти груз в несколько раз более тяжелый, чем по обычной дороге. Сопротивление движению на рельсовом пути в несколько раз меньше, чем на современной асфальтированной дороге.

Рельсы, уложенные в путь, скреплены друг с другом болтами и накладками в сплошную рельсовую нить. При укладке рельсов между ними оставляют небольшие зазоры в стыках, рассчитанные на удлинение рельсов в летнее время, когда они сильно нагреваются солнцем. Если бы рельсы укладывали плотно, то их при



Так устроен железнодорожный путь.

Схема стрелочного перевода. Стрелка поставлена на боковой путь.

нагревании могло бы выгнуть в разные стороны, а это грозит крушением.

Каждому хорошо знаком равномерный стук от перекатывания колес вагона через стыки рельсов. По стуку колес пассажир, глядя на часы с секундной стрелкой, может высчитать скорость движения поезда. На тех линиях, которые уложены рельсами длиной 12,5 *м* (а таких линий пока большинство), 80 повторяющихся равномерно стуков отсчитают нам километр. Проследив, за сколько секунд мы проехали километр, мы узнаем скорость поезда. Стык — слабое место железнодорожного пути. Поэтому стараются уменьшить их число. Для этого укладывают рельсы удвоенной длины — 25 *м*. А на тех участках, где нет больших колебаний температуры — например, в тоннелях или местностях со сравнительно ровным климатом,— где нет больших морозов зимой и жары летом, рельсы сваривают в длинные плети.

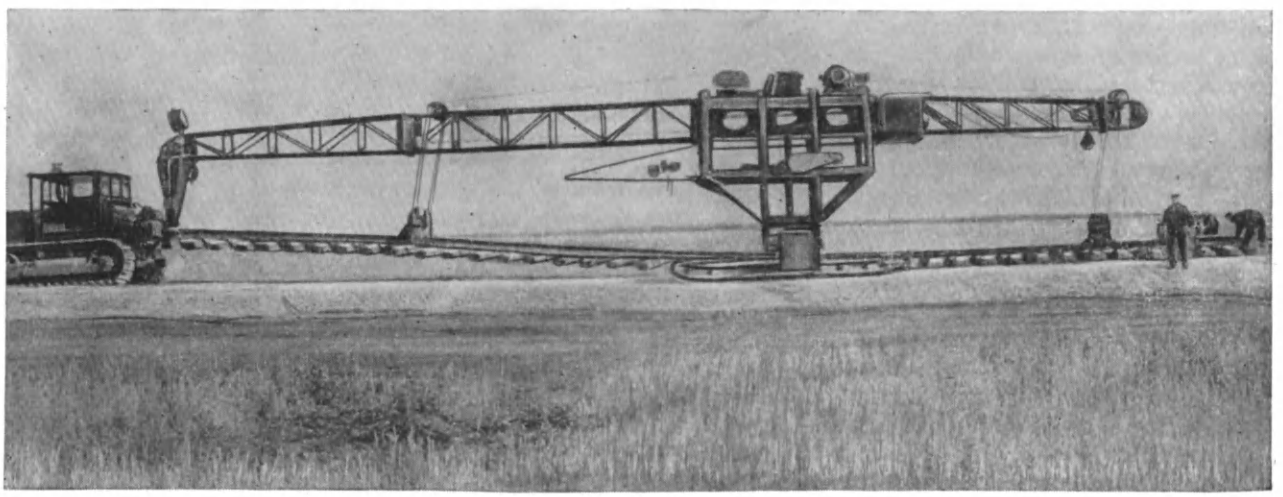
На участках пути, где железнодорожная линия закругляется, колею чуть расширяют, а наружный рельс укладывают немного выше внутреннего, чтобы облегчить прохождение локомотивов и вагонов по кривой. Поэтому при прохождении по кривой локомотивы и вагоны немного наклоняются в ту сторону, куда ведет кривая пути.

Рельсы прикреплены к шпалам костылями с широкой головкой. Их забивают в шпалу так, что головка костыля прихватывает край подошвы рельса. Между подошвой рельса и шпалой помещают широкую металлическую подкладку, чтобы давление рельса на шпалу распределялось на большую площадь, чтобы шпала под рельсом меньше изнашивалась. Более совершенный способ прикрепления рельсов к шпалам — раздельный, при котором рельс прижимается к подкладке болтами, а подкладка крепится к шпалам шурупами.

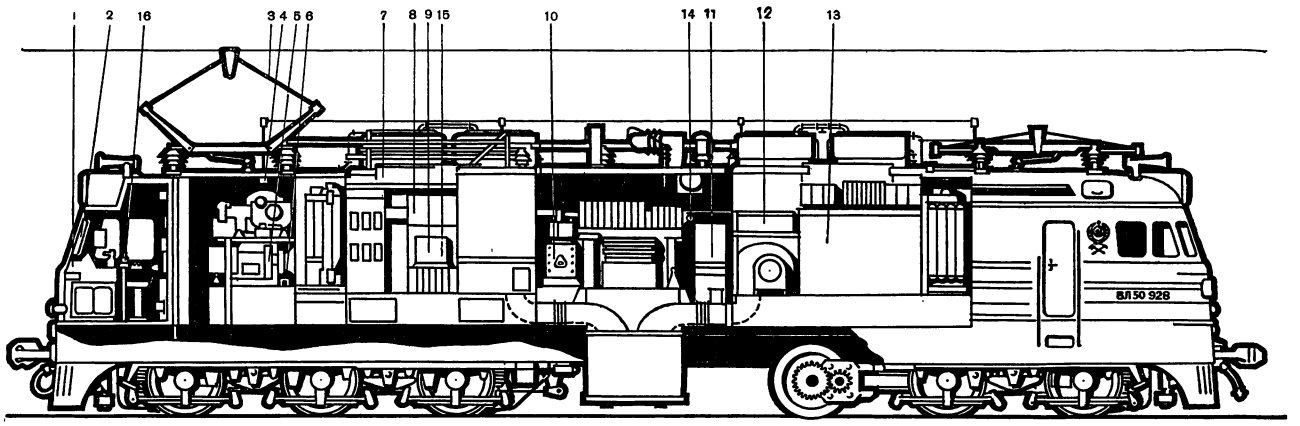
Шпалы у нас в основном сосновые, пропитанные масляным раствором, который предохраняет их от гниения.

На шпалы расходуется очень много леса. Достаточно сказать, что из большой сосны возрастом 80—100 лет можно вырезать только две полномерные шпалы. Таких шпал на один километр пути надо уложить 1600—1800 штук — значит, срубить для этого придется 800—900 больших сосен, целую рощу. Да и лежит пропитанная маслом шпала в пути в среднем лет 12 — 15. Поэтому в настоящее время шпалы начали делать из железобетона. Эти шпалы немного дороже, чем деревянные, но зато могут служить в несколько раз дольше.

Шпалы нельзя укладывать прямо на земляное полотно, так как под тяжестью проходящих



Путеукладчики на одном из участков магистрали Ивдель — Обь.



Оборудование электровоза: *1* — пульт машиниста; *2* — светофор двусторонний; *3* — пантограф; *4* — конденсатор защитный; *5* — фазорасщепитель; *6* — ящик для инструмента; *7* — сопротивления ослабления поля; *8* — контакторы ослабления поля; *9* — реверсор кулачковый; *10* — блок трансформатора; *11* — распределительный щиток; *12* — аккумуляторная батарея; *13* — блок ртутных выпрямителей; *14* — главный контроллер; *15* — конденсаторы; *16* — рукоятка бдительности.

поездов они были бы вдавлены в грунт. Поэтому между шпалой и земляным полотном кладут слой балласта — щебень, гравий, песок. Пространство между шпалами также заполняют балластом, чтобы сделать путь устойчивее. Лучший вид балласта — щебень. Он не теряет устойчивости под дождем, легко пропускает воду, долговечен.

Локомотив и вагоны переходят с одного пути на другой с помощью стрелочных переводов. Обыкновенный стрелочный перевод состоит из стрелки и крестовины. Важнейшие части стрелки — два остряка. Острый конец каждого остряка с помощью переводного механизма можно прижать к тому или другому рельсу и направить подвижной состав прямо или на боковой путь. Пройдя стрелку, подвижной состав вступает на место пересечения двух рельсов, называемое крестовиной. Чтобы колеса не сошли с пути на крестовине, против нее укладывают контррельсы.

Как укладывают шпалы и рельсы

Для укладки верхнего строения пути на советских железных дорогах широко применяют механизмы.

Интересен путеукладчик системы Платова. Он укладывает путь готовыми звеньями — рельсами с прикрепленными к ним шпалами. Звенья заготовляются заранее на базах и нагружаются целыми пакетами на платформы, впереди которых прицеплен путеукладчик. Локомотив ставится сзади и толкает весь этот поезд. Подъемный кран путеукладчика поднимает звено, выносит его вперед и опускает на подготовленное земляное полотно. Звено соединяется с уже уложенным путем, и путеукладчик продвигается по этому звену дальше.

Укладка одного звена занимает всего полторы минуты. После укладки пути производят балластировку. Балласт подвозится в саморазгружающихся вагонах или на обычных платформах и выгружается на путь. Затем специальная машина — электробалластер — разравнивает балласт и, идя по уложенному пути, поднимает его на ходу мощными магнитами. Балласт, лежащий на пути, при этом проваливается между шпалами и заправляется под них специальными струнками. Электробалластер идет при работе со скоростью 5—10 *км/час* и заменяет более 200 рабочих. Затем балласт уплотняют под шпалами и между ними с помощью шпалоподбоек и трамбовок.

Электрическая и тепловозная тяга

На наших железных дорогах все шире применяются новые виды тяги — электрическая и тепловозная.

Электрифицированы магистрали, соединяющие Москву через Урал с Сибирью вплоть до Иркутска, Ленинград через Москву, Харьков и Ростов с Закавказьем, вплоть до Ленинакана.

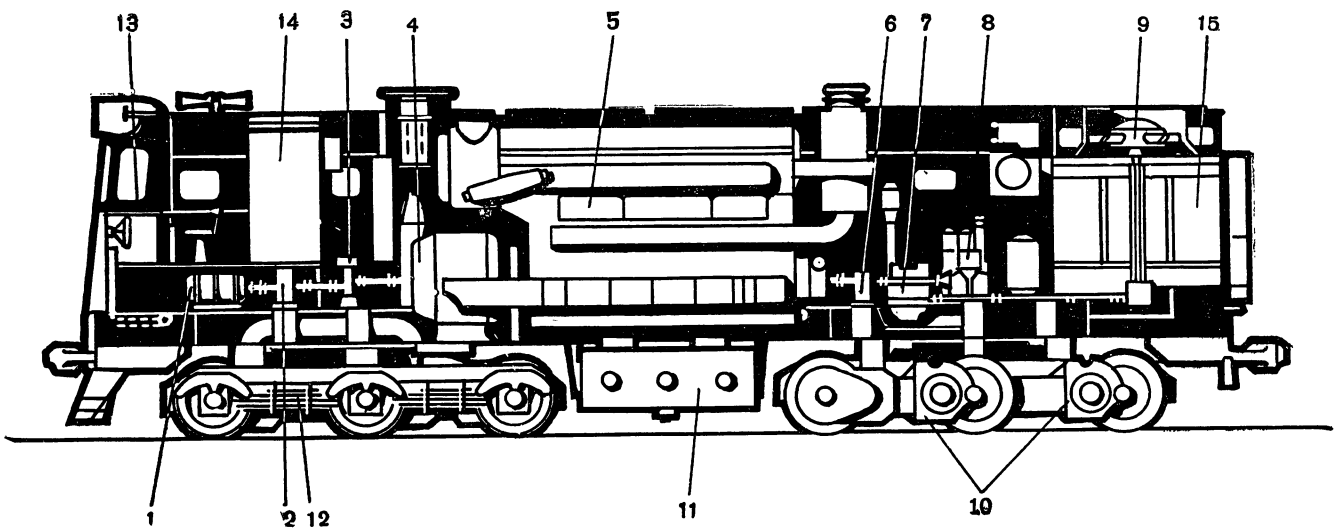
На электрической тяге работают и другие железные дороги — на Севере, на Урале, в Приднепровье, на Кавказе. Полностью электрифицирован Московский железнодорожный узел. Электрическая тяга позволяет повысить скорость, увеличить вес поездов и количество перевозимых грузов, удешевить перевозки.

Электрифицированная железная дорога получает электроэнергию с крупных электростанций. Трехфазный ток высокого напряжения с этих электростанций поступает на тяговые подстанции железных дорог, расположенные через каждые 20—30 *км* железнодорожной линии. На этих подстанциях трехфазный ток высокого напряжения преобразуется в постоянный ток напряжением 3 тыс. *в*, нужный для тяги. С тяговых подстанций постоянный ток направляется в контактный провод, подвешенный на одинакой высоте над рельсовым путем.

На крыше электровоза укреплены токоприемники — пантографы, которые прижимаются к контактному проводу и передают электрический ток к тяговым двигателям электровоза.

Двигатели расположены под кузовом электровоза на каждой его оси. Большинство наших электровозов имеет 6 осей, размещенных в двух трехосных тележках,— значит, и 6 двигателей. Часть электровозов, более мощных, имеет по 8 осей в четырех двухосных тележках, т. е. 8 двигателей. Каждый двигатель с помощью системы зубчатых передач вращает свою колесную пару и тем самым приводит электровоз в движение. Электрический ток, пройдя через пантограф к тяговым двигателям и совершив в них работу, уходит затем в рельсы, служащие вторым проводом, и через отсасывающие провода возвращается на тяговую подстанцию.

Кузов электровоза похож на вагон. На обоих его концах находятся кабины управления. Это позволяет электровозу двигаться в любом направлении — машинист должен лишь перейти из одной кабины в другую. Восьмиосные электровозы очень длинные (до 33 *м*). У них два кузова, соединенные друг с другом. В кузове электровоза размещена электрическая аппаратура — ящики сопротивлений, контакторы, переключатели, а также всякого рода вспомогательные машины — мотор-генераторы, компрессоры, вентиляторы и т. п. Электровозы, питаемые однофазным током из контактного провода, оборудованы также выпрямителями-игнитронами или кремниевыми полупроводниками, преобразующими переменный ток в постоянный, нужный для тяговых двигателей. Восьмиосные электровозы постоянного тока (серии ВЛ-10) развивают мощность на ободе колес 6900 *л. с.* (вспомните, какова мощность грузовика), силу тяги 39,4 *т*, скорость на расчетном подъеме 47,6 *км/час*. А восьмиосные электровозы одно-



Устройство тепловоза: *1* — двухмашинный агрегат (он состоит из возбудителя, питающего обмотку полюсов главного трансформатора, и генератора — источника низкого напряжения для цепей управления и освещения); *2* и *6* — вентиляторы для охлаждения тяговых электродвигателей; *3* и *7* — редукторы; *4* — главный генератор; *5* — дизель; *8* — тормозной компрессор; *9* — вентилятор холодильника; *10* — тяговые электродвигатели; *11* — бак для топлива; *12* — трехосная тележка; *13* — кабина машиниста; *14* — высоковольтная камера (здесь находится большая часть электрических аппаратов); *15* — секции холодильника.

ТИПЫ СОВЕТСКИХ СЕРИЙНЫХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ

ВЛ-60

ВЛ-80

ЭР-1

ЭР-9

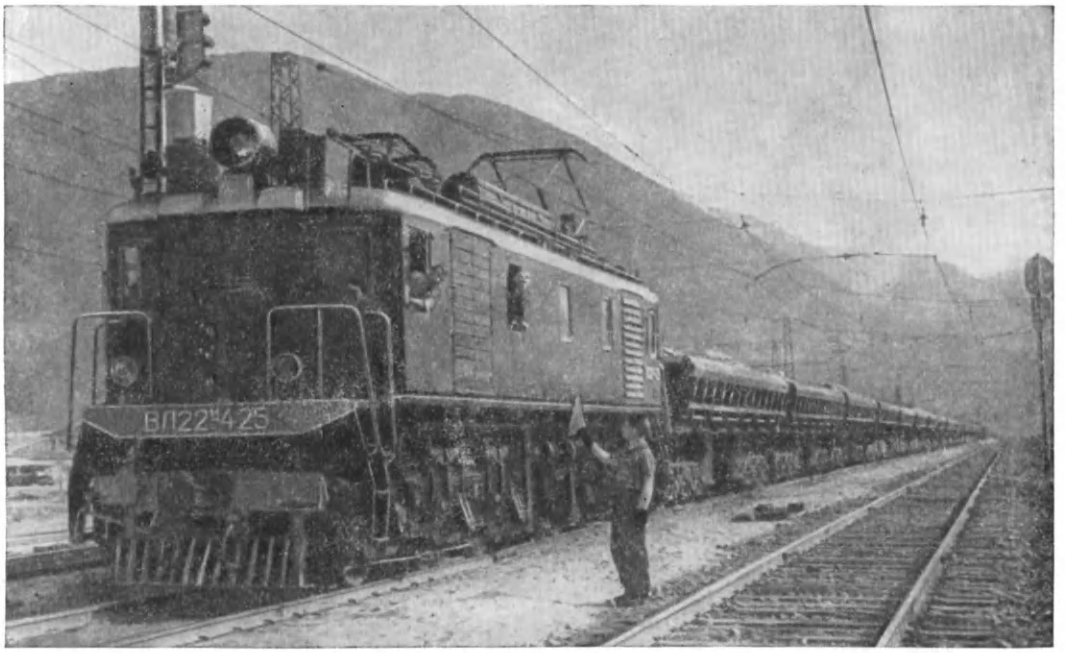
ТИПЫ СОВЕТСКИХ СЕРИЙНЫХ ТЕПЛОВОЗОВ

ТЭП-60

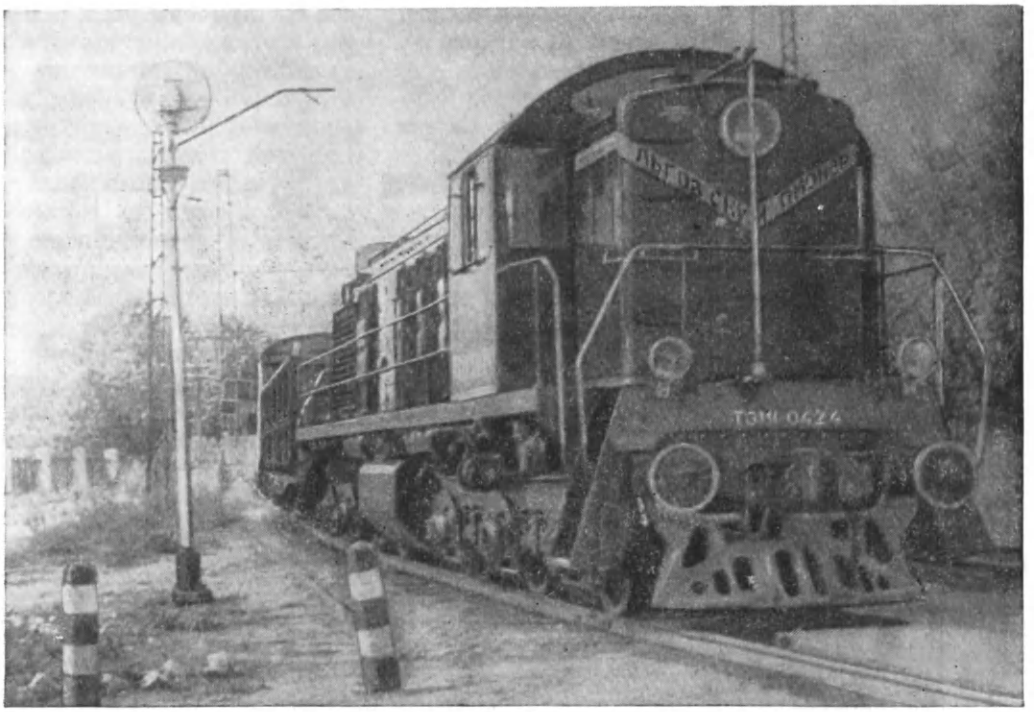
ТЭ-3

ТЭ-12

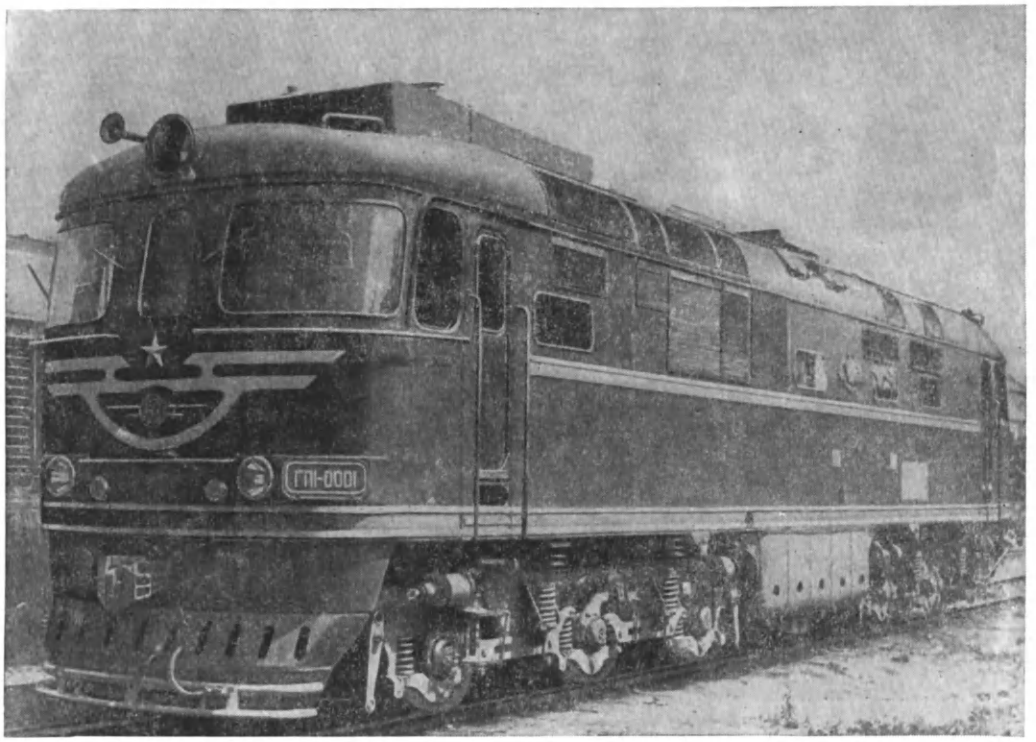
ТГ-106



По всей стране электрифицируются железные дороги, все большее значение приобретают электровозы.



Наряду с электровозами широкое распространение получают и тепловозы.



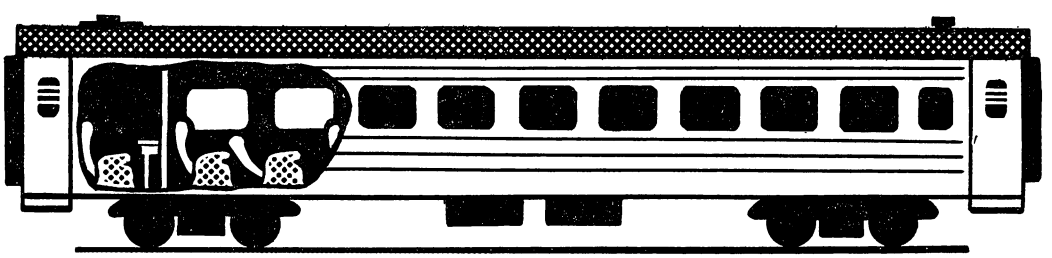
У газотурбовозов большое будущее. Локомотивы с газовой турбиной можно сделать гораздо мощнее, чем тепловозы таких же размеров, да и топливо для них идет самое дешевое — мазуты.

фазного тока соответственно: мощность — 8480 *л. с.*, силу тяги — 47,8 *т*, скорость на расчетном подъеме — 50 *км/час*. Максимальная скорость современных грузовых электровозов 100—110 *км/час*, а пассажирских — 160 *км/час*. Это далеко не предел.

На опытных испытаниях во Франции еще в 1955 г. была достигнута на прямом участке максимальная скорость поезда с электровозом 331 *км/час*. Эта скорость осталась рекордом — в нормальной эксплуатации таких скоростей не бывает. Но на наших железных дорогах, например на линии Москва — Ленинград, намечено в недалеком будущем довести максимальные скорости экспрессов до 200 *км/час* и более.

На пригородных электрифицированных линиях пассажиры ездят в электропоездах (электричках), состоящих из моторных и прицепных вагонов. Под кузовом моторных вагонов на осях находятся тяговые двигатели. На концах крайних вагонов расположены кабины машиниста. Пригородный электропоезд может развивать скорость до 130 *км/час*.

В последнее время стали применять на вновь электрифицируемых железных дорогах однофазный ток частотой 50 *гц* повышенного напряжения (25 *кв*). Это дает возможность строить тяговые подстанции не через 20—30, а через 60—70 *км*, т. е. уменьшить вдвое-втрое их число, а подстанции сделать более простыми и дешевыми. Повышенное напряжение позволяет умень-



Цельнометаллический пассажирский вагон.

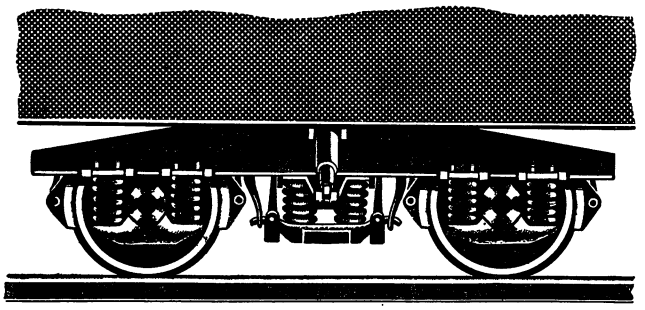
шить сечение контактного провода. Это облегчает и удешевляет и контактную сеть. На переменном токе электрифицируется часть Сибирской магистрали, а затем и многие другие железнодорожные линии.

Наряду с электрической все большее распространение на наших железных дорогах получает тепловозная тяга. Первые тепловозы появились на советских железных дорогах 40 лет назад по инициативе В. И. Ленина. Тепловоз — «близкий родственник» электровоза. Электровоз получает энергию по проводам, а тепловоз вырабатывает ее на собственной электростанции. «Сердце» тепловоза — двигатель внутреннего сгорания, дизель. На магистральных тепловозах применяют дизели в 1000, 2000 и 3000 *л. с.* Эти тепловозы выпускаются обычно двухсекционными, с дизелем в каждой секции. Наиболее мощный тепловоз 2ТЭ-10 (в двухсекционном варианте) имеет два дизеля по 3000 *л. с.* и развивает мощность на ободе колес 4760 *л. с.* На одном валу с дизелем находится динамомашина — генератор электрического тока. Вырабатываемый ток поступает в тяговые электродвигатели, находящиеся на осях тепловоза.

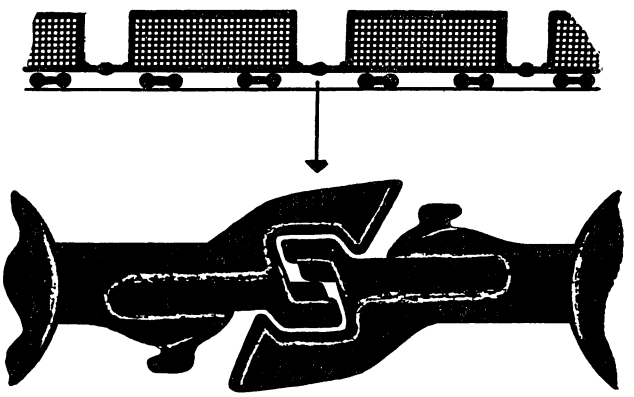
Тепловоз сложнее электровоза и стоит дороже, зато он не требует контактной сети, тяговых подстанций. Тепловоз можно использовать везде, где только уложены железнодорожные пути. Дизель — экономичный двигатель, запаса нефтетоплива на тепловозе хватает на долгий путь. Мощные пассажирские тепловозы могут развивать скорости до 140—160 *км/час*. Тепловозы сравнительно небольшой мощности, с дизелями 400—1200 *л. с.*, применяются на маневрах.

Тепловоз можно сделать значительно дешевле, отказавшись от дорогой электрической части — генератора и электродвигателей — и применив механический привод от дизеля на ведущие колеса. Эта задача вполне разрешима, и у нас уже имеются тепловозы, и магистральные и маневровые, с гидромеханической передачей. Однако пока они еще не показали значительных преимуществ в постройке и эксплуатации перед тепловозами с электрической передачей.

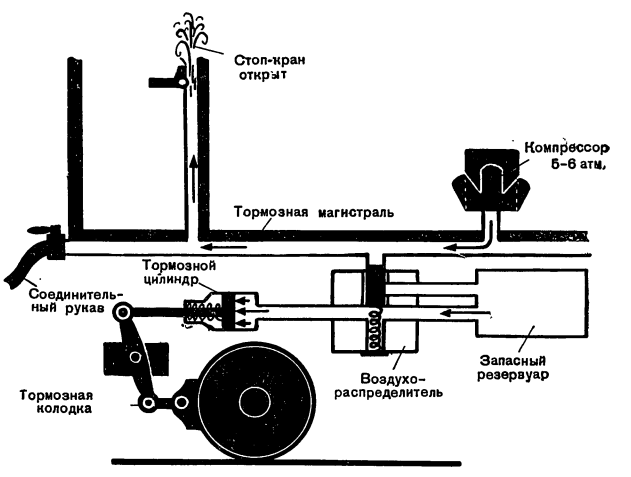
Другая интересная задача — заменить дизель газовой турбиной. Газовая турбина требует гораздо меньше места, чем дизель той же мощности; и локомотив с газовой турбиной — газотурбовоз — можно сделать гораздо более мощным, чем тепловоз таких же размеров. Кроме того, для газовой турбины можно использовать дешевые и грубые виды нефтетоплива — мазуты. Первые советские газотурбовозы уже прошли испытания.



На двух таких тележках с гибкими рессорами и пружинами для плавности хода установлен пассажирский вагон.

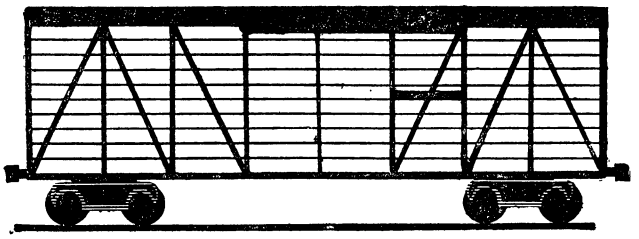


Автосцепка быстро и надежно сцепляет вагоны.

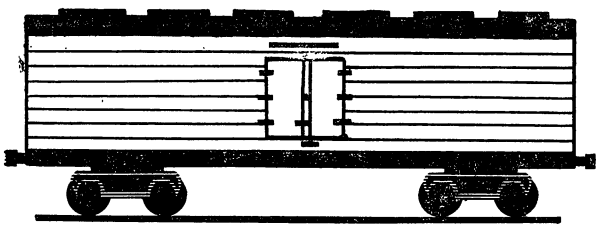


Автотормоз. Под всеми вагонами автопоезда проходит труба — воздушная магистраль. С ее помощью можно быстро остановить поезд.

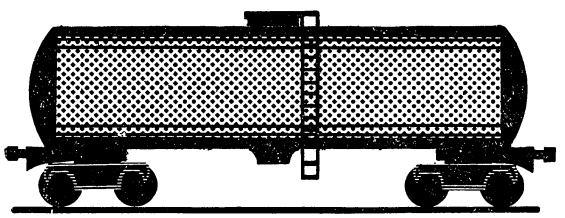
ГРУЗОВЫЕ ВАГОНЫ



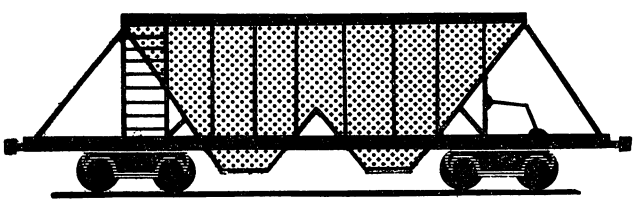
Крытый вагон.



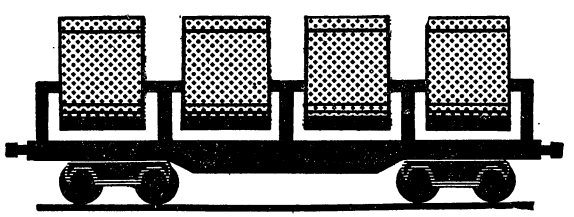
Вагон-холодильник.



Цистерна.



Вагон для цемента.



Вагон-танкер для перевозки битума.

Вагоны

Пассажирские поезда составляются у нас из 15—16 цельнометаллических вагонов, грузовые поезда — из 40—50 и более вагонов.

Пассажирские вагоны раньше строились с деревянным кузовом. Такой кузов непрочен и, бывало, во время крушения поезда разбивался в щепы. Теперь пассажирские вагоны строятся только с цельнометаллическим кузовом. В таком вагоне ехать безопасно. Основа кузова — прочная стальная рама с укрепленной на ней обрешеткой, состоящей из стоек, продольных балок и потолочных дуг. Обрешетка обшита снаружи стальными листами, а внутри — многослойной фанерой.

Наши вагоны очень удобны для пассажиров. Все вагоны дальнего следования имеют спальные места, водяное центральное отопление, электрическое освещение от собственной динамо-машины, приводимой в движение от оси вагона (на стоянках — от аккумулятора), вентиляцию.

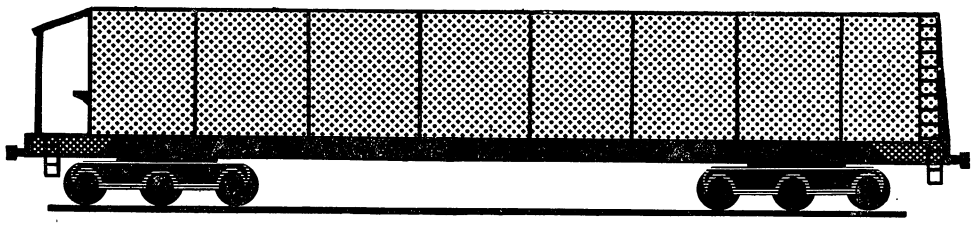
Кузов пассажирского вагона опирается на две двухосные тележки с гибкими рессорами и пружинами для плавности хода. Тележки могут поворачиваться вокруг вертикального штыря, который входит в отверстие рамы вагона. Это дает возможность вагону проходить по кривым частям пути. Если надо сменить тележки — например, при ремонте вагона или когда вагон переходит на более узкую заграничную колею,— кузов вагона приподнимают на домкратах, выкатывают из-под него тележки и заменяют их другими.

Вагоны сцепляются друг с другом массивной автоматической сцепкой, прикрепленной к раме вагонов и локомотивов. Головка автосцепки имеет два так называемых зуба и зев с замком. При нажатии вагонов друг на друга малый зуб каждой головки входит в зев другой, замки сжимаются и запирают автосцепки. Расцепку производят поворотом рычага укрепленного сбоку кузова вагона.

Тормозятся вагоны автоматическими тормозами с помощью сжатого воздуха. Под всеми вагонами поезда проходит труба — воздушная магистраль. Между вагонами она соединена гибкими шлангами. В магистраль накачан сжатый воздух из главного резервуара на локомотиве. С ней соединены запасные резервуары сжатого воздуха и тормозные цилиндры, находящиеся под каждым вагоном. Когда машинист

Каждый год электрифицируются все новые и новые железнодорожные магистрали, связывающие между собой самые отдаленные уголки нашей Родины. →

Гиганты советской авиации. *Вверху* — АН-22 («Антей»), созданный коллективом во главе с О. К. Антоновым. Это самый большой самолет в мире. Он может принять на борт 80 *т* груза или 720 пассажиров и пролететь 5 тыс. *км*. С грузом 45 *т* машина пролетает без посадки 11 тыс. *км*. А вот еще три качества «Антея»: высокая для такого гиганта скорость — 740 *км/час*, сравнительно короткий разбег при взлете (1000 *м*) и низкая стоимость перевозок (1 тонно-километр — всего 5 коп.). *Внизу* — вертолет МИ-10 (конструкция коллектива М. Л. Миля) отличается высокими летными качествами. Они подтверждены тремя мировыми рекордами, установленными на этой машине в мае 1965 г.



Большегрузный полувагон.

на локомотиве поворачивает кран тормоза, сжатый воздух выходит из магистрали наружу. Тогда через воздухораспределители запасные резервуары под вагонами соединяются с тормозными цилиндрами, сжатый воздух из резервуаров поступает в эти цилиндры и через рычажные передачи прижимает колодки тормозов к колесам. В том случае, если часть вагонов отцепится, воздух также выйдет из магистрали. Поезд автоматически затормозится.

Грузовые вагоны бывают различных типов, в зависимости от рода перевозимых грузов. Для перевозки промышленных изделий, зерна и других грузов, которые надо прикрыть от снега и дождя, используют крытые вагоны. Уголь, руду, лесоматериалы, машины перевозят в открытых вагонах — в полувагонах и на платформах. Для нефти, бензина, керосина требуются цистерны. Мясо, рыба, фрукты перевозятся в вагонах-холодильниках. Есть и специальные вагоны с опрокидывающимся кузовом для строительных грузов, вагоны для перевозки длинномерных грузов, цистерны для перевозки молока и другие вагоны.

Теперь грузовые вагоны строят почти исключительно четырехосные. Такой вагон может поднять 62 *т* груза — столько, сколько перевезут 15—20 обычных грузовых автомобилей. Вместе с грузом он весит столько же, сколько 2,5—3 двухосных вагона. За последние годы стали строить еще более крупные вагоны — шестиосные, поднимающие 95 *т* груза.

Четырехосные грузовые вагоны, как и пассажирские, установлены на двух двухосных тележках, но более упрощенной конструкции и с менее гибкими рессорами. Автоматические сцепка и тормоза также сходны с теми, которые применяются и на пассажирских вагонах.

Станции и перегоны

На железнодорожной линии в среднем через каждые 7—10 *км* расположены станции. На крупных узловых станциях имеется много всякого рода сооружений и устройств. Здесь расположено большое количество путей для вагонов. Группы таких путей для приема и отправления грузовых поездов, для сортировки вагонов называются парками. На крупных станциях имеются локомотивные и вагонные депо, мастерские, электростанция, склады топлива, грузовые склады, пассажирские вокзалы. Обычно к ним примыкает много подъездных путей, ведущих к фабрикам и заводам, шахтам и рудникам, элеваторам и складам.

С этих путей груженые вагоны подаются на станцию, и из них в сортировочном парке составляют поезда. Многие прибывающие на станцию грузовые составы после короткой стоянки отправляются дальше. Но есть немало поездов, которые состоят из вагонов разного назначения. Эти вагоны надо включить в другие составы или направить на выгрузку. Такие поезда после прибытия на станцию подаются на сортировочную горку и распускаются.

Пути сортировочной горки проходят через возвышение — «горб», с которого вагоны скатываются под действием собственного веса на разветвляющиеся пути сортировочного парка. Локомотив надвигает — толкает сзади — заранее расцепленный состав вагонов на горку. Стрелки переводятся на тот или другой путь в зависимости от того, куда дальше пойдет вагон. Вагоны, скатывающиеся с горки, группируются на сортировочных путях. Чтобы они не разбились при скатывании, их тормозят вагонными замедлителями, расположенными на горках и подгорочных путях, а также подкладыванием под колеса вагонов стальных башмаков. На станциях с большим количеством сортируемых вагонов перевод стрелок на горке и торможение вагонными замедлителями производятся автоматически, с помощью специального устройства — горочной автоматической централизации.

Помимо крупных станций, обычно расположенных в железнодорожных узлах, где скрещиваются железнодорожные линии разных направлений, имеется много мелких станций, называемых промежуточными, с малым количеством путей.

На однопутных линиях (они проложены там, где движение сравнительно небольшое) устраиваются разъезды, на которых поезда одного направления ожидают прибытия встречных поездов.

Станции отделяют друг от друга перегоны. На перегоне однопутной линии может находиться только один поезд, а на перегоне двухпутной линии — два. Поезд можно выпустить со станции на перегон только тогда, когда предыдущий поезд придет на следующую станцию. Только после этого можно поднять крыло выходного семафора — путь свободен, поезд можно отправлять.

Чтобы пропустить больше поездов по железнодорожной линии и обеспечить безопасность движения, применяют автоматическую блокировку.

Автоматика помогает машинисту и диспетчеру

При автоматической блокировке перегон между станциями разделяют светофорами на несколько блок-участков. Рельсы соседних блок-участков изолированы друг от друга прокладками. По рельсам каждого участка пропускается слабый ток. Поезд, вступив на участок, замыкает цепь, в результате чего на светофоре зеленый свет переключается на красный. После освобождения поездом этого участка рельсовая цепь размыкается, первый светофор переключается с красного света на желтый, а второй — с зеленого на красный. После того как поезд освобождает второй блок-участок, желтый свет на первом светофоре заменяется зеленым, а на втором красный заменяется желтым.

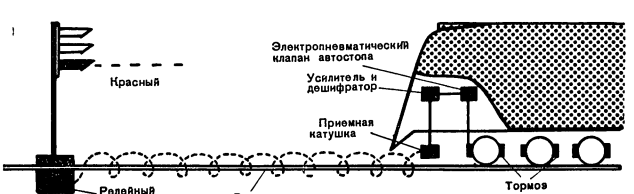
Еще более совершенное устройство — автоматическая локомотивная сигнализация, при которой в будке машиниста устанавливается светофорчик, повторяющий показания путевых сигналов. Обычно при этом локомотив оборудуется и автостопом, автоматически останавливающим поезд перед закрытым светофором, если машинист почему-либо не смог сам этого сделать.

На железнодорожном транспорте есть много и других автоматических устройств, помогающих железнодорожникам в их работе.

Все шире применяется диспетчерская централизация, помогающая диспетчеру руководить движением поездов на участке длиной 200—250 *км*. Перед диспетчером — световое табло, на которое нанесены схемы всех перегонов и станций участка. Диспетчер видит на этом табло, где находятся поезда, следующие по участку; как лучше использовать свободные пути на станциях, свободные перегоны, чтобы быстрее пропустить поезда. Передвигая рукоятки на табло и нажимая кнопку, диспетчер переводит стрелки на станциях, дает сигналы отправления поезда, принимает и отправляет поезда. Подобные же табло с нанесенными путями применяются и для управления стрелками и сигналами на станциях. Для того чтобы пропустить поезд через станцию, достаточно нажать на табло две кнопки в начале и конце схемы маршрута— и все стрелки, входящие в маршрут, автоматически переводятся. При этом занятые вагонами пути автоматически исключаются из маршрута и стрелки переводятся только на свободные пути.

На станциях начинает применяться автооператор. Этот электронный прибор передает сообщения о поездах на соседние станции и запоминает то, что передали ему. Затем, проанализировав все эти сведения, он выдает команды на автоматическую установку маршрутов и на оповещение пассажиров о приеме и отправлении поездов. Используется радио для связи диспетчера с машинистом локомотива на перегоне, маневрового диспетчера с маневровым локомотивом. Все шире начинает применяться на станциях телевидение, позволяющее значительно ускорить и упростить сортировочную и грузовую работу.

Большой интерес представляет электронное управляющее устройство — автомашинист. Он может управлять локомотивом по заданному графику, причем машинисту остается только наблюдение за работой этого устройства. Автомашинист был испытан на одной из пригородных линий и на метрополитене и при дальнейшем его усовершенствовании может дать значительный эффект, в особенности на линиях с густым движением поездов.



Огонь светофора, расположенного на пути, повторяется на светофорчике в кабине машиниста. И если машинист при красном свете почему-либо не затормозит, в действие вступит автостоп.

Схема автоблокировки.

Автоматизация находит широкое применение также в разработке и решении различных задач планирования и оперативного регулирования работы железных дорог.

График работы железных дорог

Железная дорога работает непрерывно, круглые сутки. Днем и ночью идут поезда, уезжают и приезжают пассажиры, нагружают и выгружают вагоны.

Движение поездов на железных дорогах совершается по графику и расписанию. График движения поездов определяет порядок работы всех отраслей железнодорожного хозяйства. С ним согласован график оборота локомотивов, от него зависит и работа станций по погрузке, выгрузке, формированию и расформированию поездов. В «окнах» графика движения за время между двумя поездами рабочие ремонтируют путь.

График движения поездов по одной дороге нельзя составлять оторванно от графика движения поездов другой дороги. Они должны быть согласованы, так как поезда переходят с дороги на дорогу.

Если мы посмотрим на график движения поездов по какому-нибудь участку железной дороги, то увидим, что это большой лист бумаги, на котором нанесена сетка горизонтальных и вертикальных линий. Горизонтальные линии обозначают станции, а вертикальные — часы суток (жирные) и десятиминутки (тонкие). Движение поездов обозначается в виде наклонных линий. Линии, проведенные наискось сверху вниз и вправо, показывают движение поездов от станций, отмеченных в верху графика, до станций, указанных внизу. Линии, проведенные наискось снизу вверх и вправо, показывают движение поездов в обратном направлении. Чем круче наклон линий, тем выше скорость.

Одновременно с графиком движения поездов составляют расписание движения, содержащее время отправления и прибытия поездов ко всем станциям, на которых они делают остановки.

За выполнением графика движения поездов следят диспетчеры. Они имеют телефонную связь со всеми станциями своего участка по селектору, с помощью которого диспетчер может непосредственно связаться с любой станцией и депо своего участка. Диспетчеру сообщают о времени прохождения поездов через станции. На основе этих сведений на сетку графика наносят линии, изображающие движение фактически проследовавших поездов.

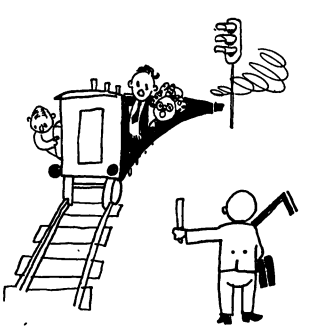
Диспетчер не просто регистратор, он командир движения. Видя по графику, где находятся и как продвигаются поезда по его участку, диспетчер дает по телефону станциям приказ пропустить поезд быстрее, если он опаздывает; какой поезд, быть может, должен уступить место следующему за ним; как лучше использовать пути на станциях. И все это для того, чтобы выполнялось расписание, чтобы все отклонения от него были наименьшими, чтобы график движения в целом выполнялся как можно точнее.

ТИХИЕ ПОЕЗДА

Тук-тук... тук-тук... тук-тук... — стучат колеса по рельсовым стыкам. Грохочущий голос вагонов не только утомляет пассажиров, удары о стыки вредно отражаются на вагонах, на локомотивах.

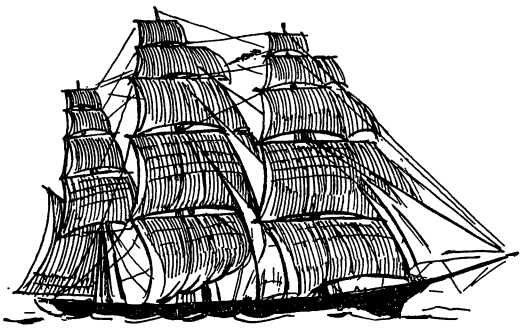
Но вот с недавнего времени на Горьковской, Львовской, Октябрьской, Ташкентской, Юго-Западной железных дорогах появились большие участки, где ходят «тихие» поезда. Пассажиры не слышат привычного грохотания колес. Дело в том, что наши железнодорожники применили здесь новый, бесстыковый способ укладки рельсов.

Обычно рельсы соединяются накладками, скрепляются болтами. Так образуются стыки. По новому способу рельсы свариваются в стальную ленту почти километровой длины. Бесстыковый путь не только придает плавность движению поезда и повышает сохранность локомотивов и вагонов. Новый способ укладки путей еще экономит на строительстве каждого километра железнодорожной магистрали около 7 *т* металла.

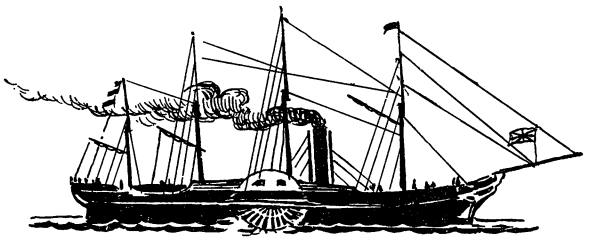


ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ

Первыми специально созданными средствами передвижения по воде были плоты.



Трехмачтовый клипер.



Колесный пароход (1837).

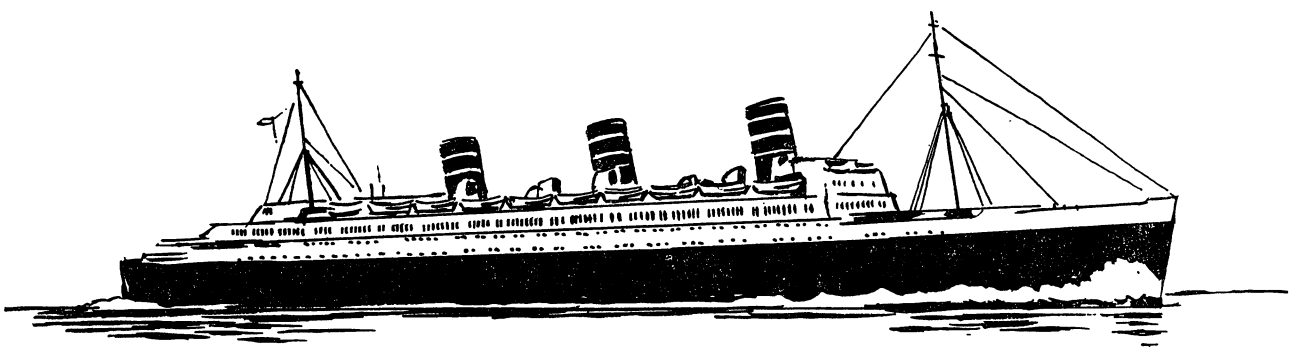
СУДА

По неисчислимым рекам и озерам, каналам и водохранилищам, неоглядным морям и океанам курсируют лодки, катера, грузовые и пассажирские пароходы и теплоходы, военные корабли, буксиры, ледоколы, парусники и другие суда. Среди них есть «малыши» — длиной в несколько метров и гиганты — до трети километра от носа до кормы. До появления паровозов, автомобилей и самолетов во многие районы земли можно было попасть только по воде. Не утратил своего значения водный транспорт и сейчас. Главное его преимущество — дешевизна перевозок. Ведь суда используют в основном естественные пути, не требующие таких затрат времени, труда и материалов на строительство и эксплуатацию, как железные дороги или автострады.

Массовость перевозок — второе важнейшее преимущество водного транспорта. По рекам и морям буксируют громадные плоты, иногда состоящие из многих десятков тысяч бревен. На крупном пассажирском судне может свободно разместиться население небольшого города. Большое речное судно принимает в трюм несколько тысяч тонн груза, а крупные океанские грузовые суда за один раз могут взять столько груза, сколько перевозят несколько десятков железнодорожных составов.

От челна до атомохода

Первыми средствами передвижения людей по воде были обломки деревьев, затем плоты. Обтесывая и выдалбливая или выжигая целые бревна, люди каменного века делали ч е л н ы-о д н о д е р е в к и. Способ изготовления судов из



Одно из крупнейших пассажирских судов, построенное в 30-х годах («Куин Мэри»).

Первое гражданское судно на ядерном горючем — атомный ледокол «Ленин».

отдельных частей — каркаса и обшивки — открыл путь к постепенному усовершенствованию их конструкции.

Примерно за 3000 лет до н. э. человек научился использовать силу ветра — появились паруса. Постепенно искусство управления парусами достигло такого уровня, что суда стали водить и против ветра. В XIX в. самыми быстроходными из парусников были трех- и четырехмачтовые клиперы, перевозившие высокоценные грузы (цейлонский и китайский чай, австралийскую шерсть) в Европу и Америку. Они развивали скорость до 30 *км/час*. Рекорд скорости, поставленный чайным клипером «Катти Сарк»,— 39 *км/час* — не побит до сих пор ни одним из парусных судов, даже специальными гоночными яхтами.

С появлением на судах паровых машин паруса постепенно теряют свое значение. Первый речной пароход был построен в США в 1807 г., а первый морской — в России в 1815 г. На «Елизавете» — так называлось это судно — была паровая машина мощностью 14 *л. с.* и отапливаемый дровами котел с высокой кирпичной трубой.

Наша страна — родина теплоходов. Так называют суда, у которых главным двигателем служит двигатель внутреннего сгорания: в 1903 г. на Волге построили первое в мире дизельное судно — танкер «Вандал». С этих пор начинается широкое распространение дизелей и постепенное вытеснение с судов малоэкономичных паровых машин, которые теперь почти не встречаются.

В начале XX в. появились первые суда с паровой турбиной. Сейчас это самый мощный судовой двигатель. На многих судах работают паровые турбины, мощность которых достигает нескольких десятков тысяч лошадиных сил.

В последнее время для выработки пара стали использовать тепло, выделяемое в атомном реакторе. Первое гражданское судно на ядерном горючем — советский атомный ледокол «Ленин» — было сдано в эксплуатацию в 1959 г.

Из чего строят суда

Древнейшим судостроительным материалом было дерево. В XIX в. его заменил материал более прочный и долговечный — железо. Затем стали применять сталь. Первоначально стальные детали соединяли друг с другом с помощью заклепок. Настоящую революцию в судостроении произвела электросварка — повысилась прочность, снизился вес, ускорилось изготовление судовых конструкций (см. ст. «Как сваривают металл»). Сейчас суда собирают из больших секций — блоков — весом в несколько десятков тонн, сваренных в цехе с помощью автоматов и полуавтоматов.

Но сталь не единственный современный судостроительный материал. Еще во время первой мировой войны строились железобетонные суда. Корпуса многих малых судов изготовлены из легких алюминиевых сплавов. Самый молодой судостроительный материал, легкий, красивый, нержавеющий — пластмасса. У нее, несомненно, большое будущее.

Как устроено судно

Самоходное судно состоит из корпуса, главного двигателя, который приводит в движение судно с помощью движителя (см. статьи раздела «Машина — основа современной техники»), и различных устройств, обеспечивающих безопасность плавания и соответствующих назначению судна.

Суда имеют специфические особенности, которые объединяют общим названием **мореходные качества**: плавучесть, непотопляемость, остойчивость, плавность качки, ходкость, управляемость и др.

Важнейшее качество всякого судна — *плавучесть*, т. е. способность держаться на воде. Корпус большого судна разделен поперечными непроницаемыми переборками на отсеки. Переборки не дают воде в случае пробоины зато-

нить все отсеки, что помогает сохранить плавучесть. Это качество называют *непотопляемостью*.

Способность возвращаться в первоначальное положение после прекращения действия силы, вызвавшей наклонение судна, — *остойчивость*. Это свойство проявляется у судна примерно так же, как у игрушки ваньки-встаньки. При недостатке остойчивости судно может перевернуться, а при избытке испытывает неприятную для команды порывистую качку.

Ходкость судна зависит в первую очередь от формы корпуса, определяющей сопротивление движению, от эффективности движителя и от того, насколько сильно судно раскачивается при волнении. Под *управляемостью* понимают способность судна слушаться руля, держаться на курсе, не уклоняясь от него.

Размеры судна характеризуются прежде всего *водоизмещением* (количеством воды, вытесняемой судном), т. е. весом. Другая важная характеристика размеров судна — *вместимость* (объем всех внутренних помещений). Она выражается в регистровых тоннах (1 регистровая тонна — объем, равный 2,83 $м^3$). Грузовые суда характеризуются также их *грузоподъемностью* (вес принимаемого груза) и *грузовместимостью* (объем помещений для груза).

Корпус стального судна состоит из каркаса, так называемого набора, к которому прикрепляются стальные листы, образующие наружную обшивку, палубы, переборки и т. д. Листы наружной обшивки изгибают так, чтобы очертания корпуса были плавными и не оказывали большого сопротивления движению в воде.

Каждая часть корпуса имеет свое название: вертикальный набор по борту — шпангоуты, их продолжение по днищу — флоры, по палубе — бимсы. В центральной части вдоль всего судна по днищу идет прочная балка — киль, который в носу переходит в форштевень, в корме — ахтерштевень. Боковые продольные балки по днищу — днищевые стрингеры, или кильсоны, по борту — бортовые стрингеры, по палубе — карлингсы.

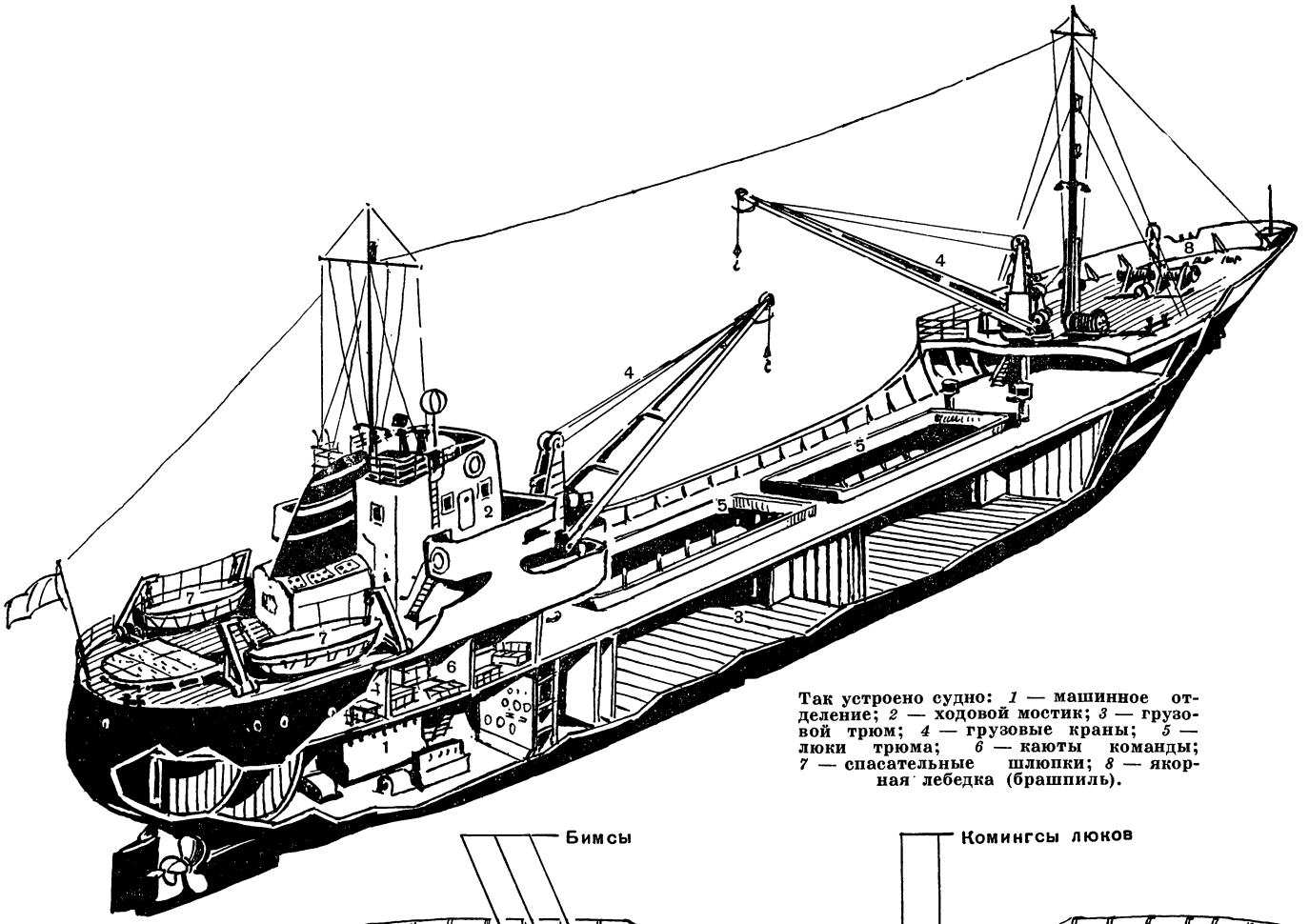
Крупные суда имеют двойное дно. Кроме поперечных, иногда устанавливаются и продольные переборки (на танкерах, рудовозах). У большинства пассажирских и многих грузовых судов несколько палуб. Над верхней палубой возвышаются надстройки: спереди — бак, сзади — ют, а в середине — средняя надстройка.

Значительную часть корпуса занимают каюты для экипажа и пассажиров, столовые, комнаты отдыха, камбуз (судовая кухня), лазарет, прачечная, кладовые и другие специальные помещения. Подпалубные отсеки между поперечными переборками (трюмы) и междупалубные помещения (твиндеки) используются для размещения груза. **Главный двигатель и** другие механизмы располагаются в отдельном отсеке — машинном отделении. Запасы жидкого топлива и пресной воды хранятся в больших цистернах (танках). Каждое судно имеет рулевое, якорное, швартовное и спасательное устройства. Перекачивание жидкостей, подача воздуха, пара и др. осуществляется с помощью специальных систем.

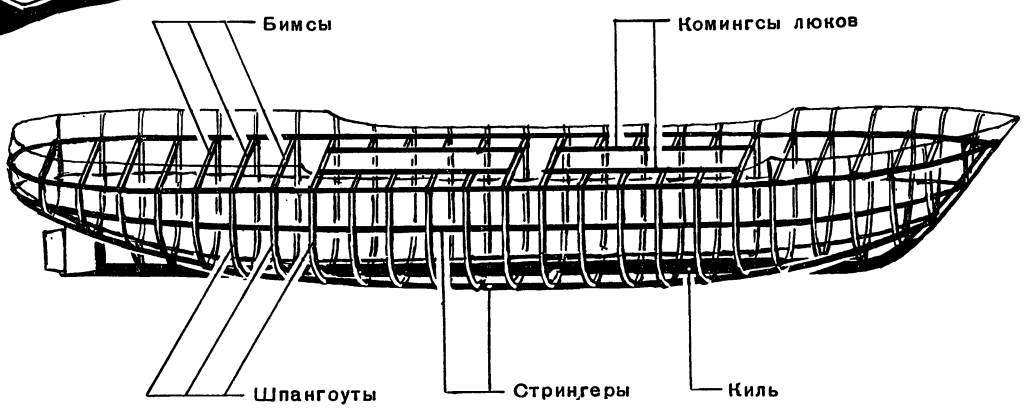
Одна из основных частей судна — **движитель.** Простейший движитель — это весло, требующее приложения мускульной силы. Более прогрессивным движителем был парус, использующий энергию ветра. Первым движителем, преобразующим работу механического двигателя в движение судна, было гребное колесо. Но если на реке, где вода сравнительно спокойна, гребные колеса нередко применяются и сейчас, то на море при сильном волнении они сразу показали свою непригодность. Отличной заменой гребному колесу оказался гребной винт. Сейчас почти на всех судах, морских и речных, установлены винты. Гребной винт особой конструкции, у которого лопасти поворачиваются вокруг собственной оси, может двигать судно не только вперед, но и назад; при этом направление вращения главного двигателя менять не надо.

Существуют движители других типов, обладающие некоторыми ценными качествами. Например, наиболее удобен для судов, которые плавают по мелководью, водометный движитель. Это насос, создающий струю, сила отдачи которой и движет судно. Крыльчатый движитель — расположенное на днище горизонтальное колесо с вертикально поставленными лопатками — позволяет судну двигаться не только вперед и назад, но и вбок: для этого надо только повернуть лопатки вращающегося колеса.

Судном управляют из рулевой рубки, находящейся на ходовом мостике, в самом верхнем ярусе надстройки, где наилучший обзор во все стороны горизонта. Рядом с рулевой размещается штурманская рубка, где вахтенный судоводитель с помощью приборов и устройств (см. ст. «Автоматы помогают штурманам и капитанам») проверяет правиль-



Так устроено судно: *1* — машинное отделение; *2* — ходовой мостик; *3* — грузовой трюм; *4* — грузовые краны; *5* — люки трюма; *6* — каюты команды; *7* — спасательные шлюпки; *8* — якорная лебедка (брашпиль).



Основные конструктивные элементы корпуса судна.

ность курса. Водить корабли помогает большое количество приборов. Рядом со штурманской располагается р а д и о р у б к а, откуда осуществляется связь с землей и другими судами.

Типы судов

По назначению все суда можно разделить на четыре основные группы: транспортные (грузовые и пассажирские), промысловые, военные и различные вспомогательные (в том числе спортивные, научно-исследовательские и др.).

Транспортные суда, как показывает само их название, перевозят грузы и пассажиров. К началу 1964 г. по морям и океанам плавало более 40 тыс. транспортных судов (считая лишь те суда, вместимость которых превышает 100 регистровых тонн). Общая грузоподъемность всех

этих кораблей превышает 200 млн. *т*, в их каютах могли бы одновременно разместиться более 300 тыс. пассажиров. 97% всех судов транспортного флота составляют грузовые суда, и только 3% — пассажирские.

Грузовые суда делятся на два основных типа — сухогрузные и наливные (или танкеры). Но и суда одного типа не все одинаковы. Сухогрузные, например, подразделяются на суда общего назначения, пригодные для перевозки разнообразных сухих грузов, и на специализированные. Последние приспособлены только для определенных видов груза. Это углевозы, рудовозы, лесовозы, суда-рефрижераторы (см. ст. «Искусственный холод»), паромы и т. п. Есть и комбинированные суда, они могут перевозить и сухие и жидкие грузы.

Наливные суда крупнее сухогрузных. Самое большое судно — японский танкер «Ниссо Мару» (1964) длиной 291 *м*, его водоизмещение 164 500 *т*. Оно может в один прием перевезти до 130 тыс. *т* нефти (самые крупные сухогрузные суда принимают в свои трюмы немногим более 60 тыс. *т*).

В связи с опасным характером груза нефтеналивные суда оборудуют особо мощными противопожарными средствами — воздушнопенными установками, системами тушения паром и углекислым газом и т. д. Танкеры грузят и разгружают у специальных причалов в отдаленных районах портов, иногда места стоянки танкеров устраивают в море, далеко от берега, подводя к этому месту трубопроводы. Кроме нефти и продуктов ее переработки, на танкерах перевозят кислоты, сжиженные газы, молоко, вино и другие жидкости.

Пассажирские суда (от катеров местного сообщения до крупнейших океанских лайнеров) — это особый класс судов. Предназначенные для перевозки людей, они строятся с расчетом на особую безопасность. К ним предъявляют и еще одно специфическое требование — нужно, чтобы пассажиры во время путешествия, продолжительностью иногда до нескольких суток, не чувствовали неудобств. На больших судах, помимо кают со спальными местами, есть рестораны, музыкальные салоны, кинозалы, танцевальные и спортивные залы и площадки, большие камбузы (кухни), хлебопекарни, парикмахерские, госпитали, почтовые отделения, плавательные бассейны, сады-оранжереи. Суда оснащают лифтами, эскалаторами, устройствами для успокоения качки, установками искусственного климата. Самые большие пассажирские корабли имеют водоизмещение свыше 75 тыс. *т* и принимают на борт более 2 тыс. пассажиров.

Велик и разнообразен флот **промысловых судов.** Наиболее многочисленны рыболовные суда (траулеры, дрифтеры, сейнеры, отличающиеся друг от друга способом лова). На самых крупных из них улов тут же перерабатывается, более мелкие отвозят его на плавучие заводы-базы, на береговые заводы или на транспортные суда.

Добычу китов ведут флотилии сравнительно небольших китобойцев-охотников с помощью гарпунных пушек, стреляющих гарпунами, к которым прикреплен прочный трос. Эти суда сопровождает крупное судно — китобаза, где перерабатываются добытые киты и хранится снаряжение для охотников. На заводе из китов получают жир, мясо, кормовую муку, кожсырье, желатин, амбру и другие ценные продукты. Добычу тюленей, мор-

БЕЗ СЕТЕЙ

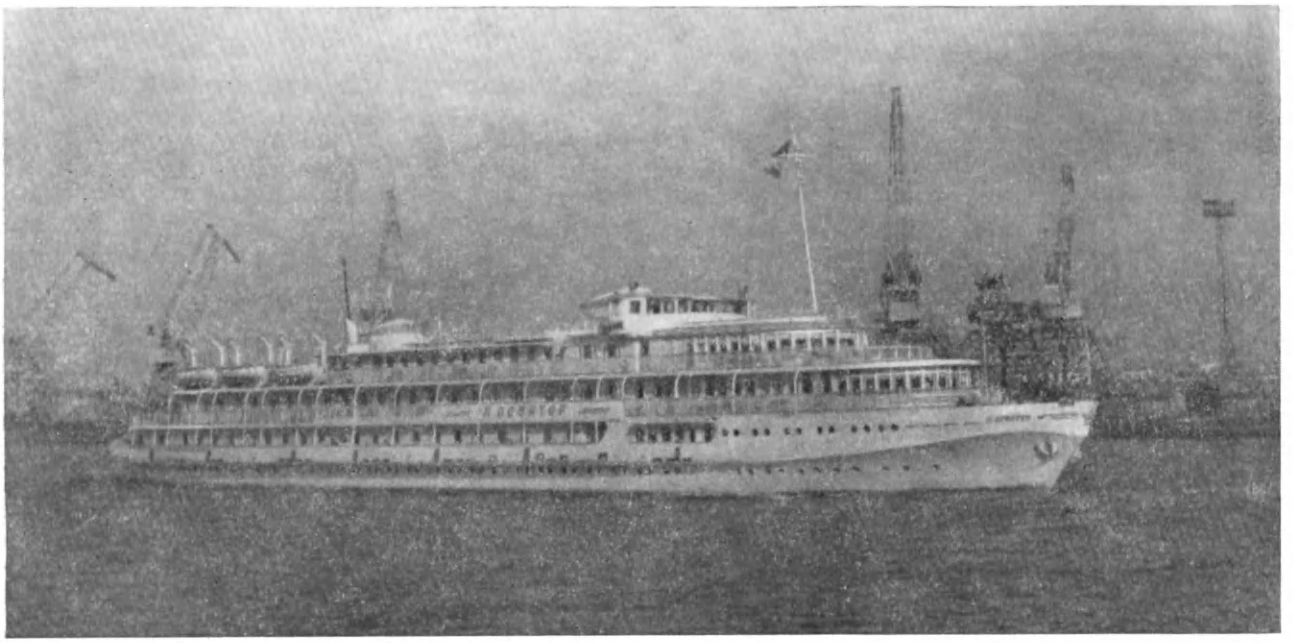
Рыболовецкие сейнеры охотятся за сайрой в Тихом океане, у Курильских о-вов. Разведка сайры ведется ультразвуковым эхолотом.

...Вот гидроакустик сейнера «Юрий Гагарин» услыхал в наушниках характерное поскрипывание. Ультразвуковой эхолот нащупал «пастбище» рыбы. Сигнал «На работу!» разносится по всему кораблю.

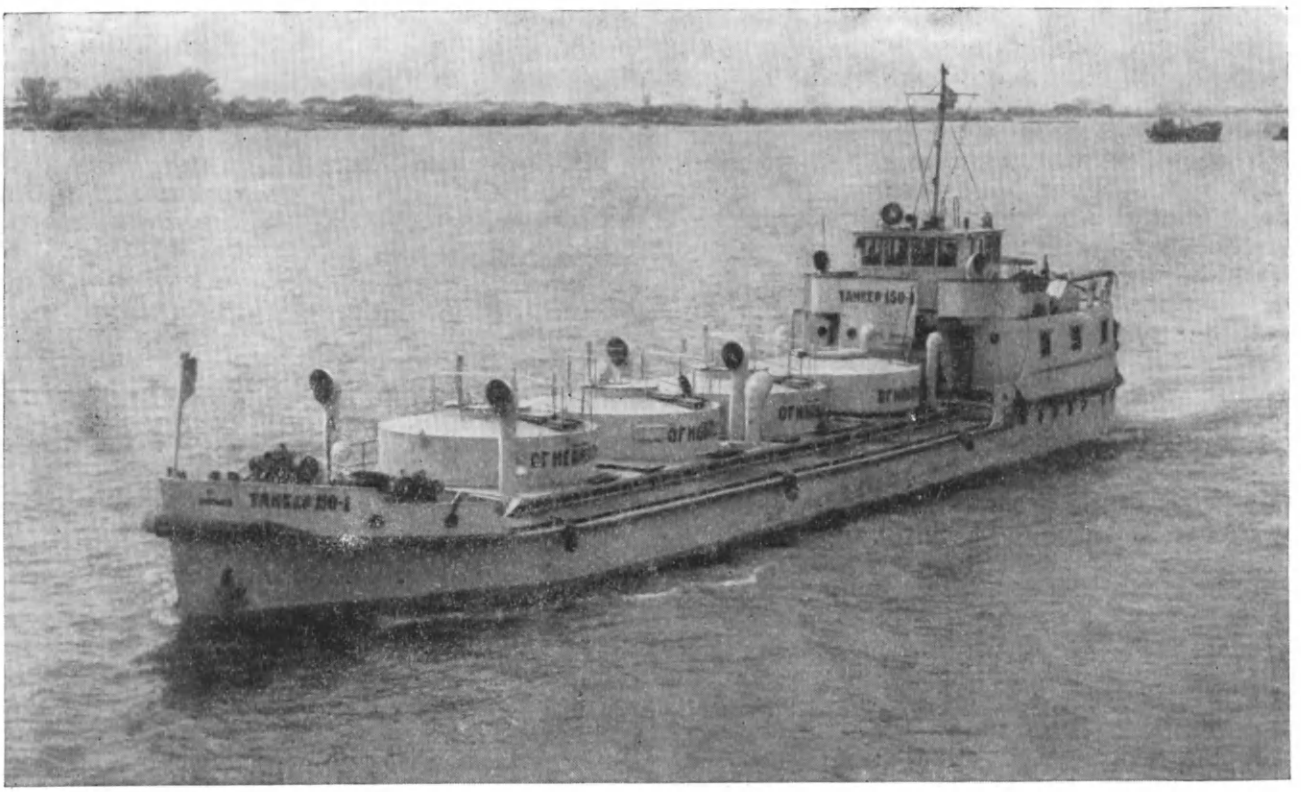
Экипаж — на палубе. С обоих бортов судна подвешивают по пять люстр с шестью лампами в каждой. Для усиления света к лампам прикрепляются зеркальные отражатели. Любопытная сайра приплывает на свет и окружает сейнер. Внезапно гасят люстры с левого борта. Тогда вся стая собирается у правого борта. Теперь, скажете вы, пора опустить в воду специальную сеть-ловушку. Нет, этого не требуется. На «Юрии Гагарине» сайру ловят... без сетей!

Когда любопытная рыба окружает сейнер, с носа и с кормы погружают в океан закрепленные на тросах отрицательно заряженные электроды. За правый борт вместо сетей опускают на лебедке шланг диаметром в 25 *см*.

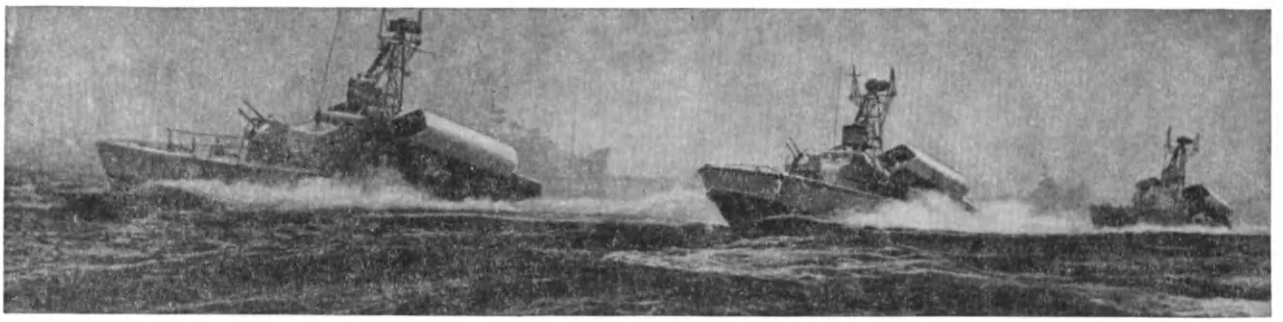
Вот стая сайры кинулась к светящемуся правому борту. Но и он тоже погружается в темноту. Рыба видит только одну красноватую лампу, вспыхивающую над шлангом, и бросается к этому источнику света. И тогда включаются электроды. Стая попадает в электрическое поле и подтягивается к входному отверстию шланга. А здесь ее подхватывает сила насоса. Прямым сообщением рыбий поток попадает в трюм. За минуту насос накачивает 10 *ц* рыбы.



Дизель-электроход «Л. Доватор».



Этот 150-тонный танкер с главным двигателем мощностью 150 *л. с.* предназначен для перевозки нефтепродуктов по малым рекам.



Военные катера-ракетоносцы в походе.

жей, крабов, морских водорослей и пр. ведут со специально оборудованных судов.

Специальные **суда для военных целей** начали строить в IX—VIII вв. до н. э. До этого суда служили в равной степени как для торговли, так и для военных походов. Одно из основных отличий военных кораблей от гражданских — бóльшая быстроходность и меньшая уязвимость. От снарядов современные военные корабли защищает толстая броня. Чем толще становилась броня, тем более тяжелые орудия ставились на кораблях, что требовало еще более надежной броневой защиты. Крупнейшие броненосные суда (линейные корабли) при водоизмещении в несколько десятков тысяч тонн имели по борту броню до 450 *мм*, а по палубе — до 300 *мм* толщиной. На них ставились орудия калибром 356—406 *мм*. Артиллерия (на линкорах, крейсерах) и торпеды (на эсминцах, торпедных катерах, подлодках) до недавнего времени были основным оружием военных кораблей. С появлением ракет корабли — и подводные, и надводные — стали вооружать ракетами.

Нормальную работу морского и речного флота обеспечивают различные **вспомогательные суда** — землечерпалки, землесосы, грунтоотвозные шаланды, плавучие краны, прокладывающие и ремонтирующие водные пути и строящие порты (см. статьи «Водные пути» и «Порт»). При входе в порт и выходе из него, при подходе к причалам крупным судам помогают буксиры; они же буксируют несамоходные баржи, плоты.

Для продления навигации в замерзающих портах и для того, чтобы проводить суда во льдах, служат ледоколы. Почти все моря, омывающие Советский Союз, зимой покрываются льдом, а плавание по Северному морскому пути возможно лишь в течение 3—4 месяцев в году, причем и летом здесь часто встречаются льды. Именно поэтому у нас, как нигде в мире, развит ледокольный флот. «Отец» ледоколов «Ермак» построен по проекту русских инженеров в 1899 г.

Заостренный нос и наклонный форштевень позволяют ледоколу с ходу вползать на лед и ломать его своей тяжестью. Затем поломанные льдины раздвигаются корпусом ледокола в стороны. Если лед очень толстый, то заполняют водой специальную цистерну на корме, нос ледокола задирается, и он дальше вползает на лед. Потом воду из кормовой цистерны перекачивают в носовую, это увеличивает силу, разрушающую лед. А по бортам судна лед обламывают, создавая крен то на один, то на другой борт путем попеременного заполнения цистерн каждого борта.

Самый крупный и мощный в мире ледокол — «Ленин». Его длина 134 *м*, ширина 27,6 *м*, водоизмещение 16 000 *т*, общая мощность четырех главных паровых турбин 44 000 *л. с.*, скорость на воде, свободной ото льда,— 33,5 *км/час*. Толщина его обшивки достигает 52 *мм*.

Тепло, выделяемое в атомных реакторах ледокола (всего реакторов на судне три, из них один резервный), используется для получения пара. Пар поступает в турбины, вращающие электрогенераторы. Ток от главных генераторов направляется к электромоторам, которые в свою очередь вращают три гребных винта. Средний электромотор (его мощность 19 600 *л. с.*, вес 180 *т*) вращает вал диаметром 74 *см*, на который насажен гребной винт весом 30 *т*.

Атомная установка с обслуживающими ее механизмами работает автоматически. Расход ядерного горючего настолько незначителен (несколько граммов в сутки), что запаса урана в реакторах хватает на несколько месяцев работы. А при работе на мазуте потребовалось бы более 200 *т* топлива в сутки.

На корме ледокола оборудована взлетно-посадочная площадка и ангар для вертолета, который служит для ледовой разведки.

Аварийную службу на воде несут спасательные и пожарные суда, ремонт кораблей производится с помощью плавучих доков и мастерских. Изучать моря и океаны ученым помогают специально оборудованные гидрографические и научно-исследовательские суда, среди которых единственная в мире гражданская подводная лодка «Северянка» (см. ст. «Техника помогает изучать подводный мир»).

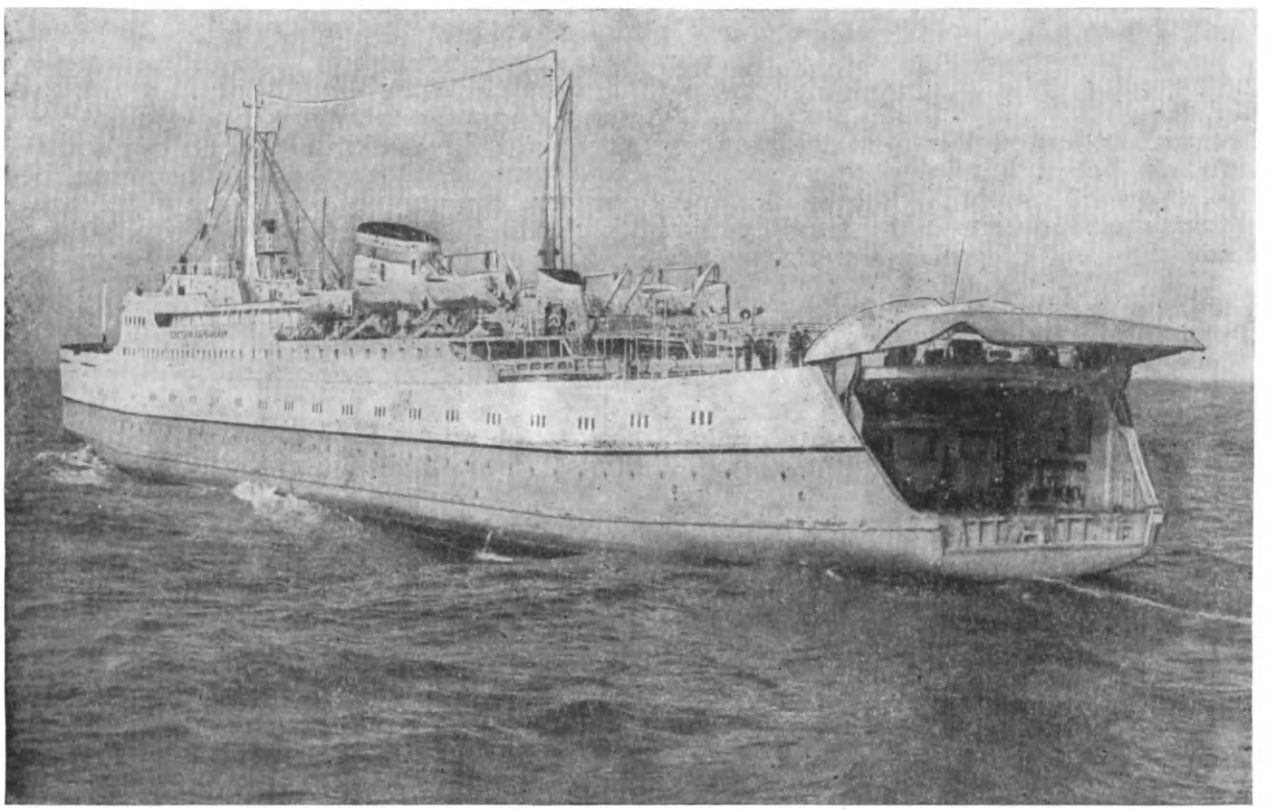
Суда обслуживают также добывающую промышленность, строительство, связь и другие отрасли народного хозяйства. Так, плавучие драги моют золото, землесосы добывают песок и намывают плотины. С судов-кабелеукладчиков прокладывают кабели телеграфной и телефонной связи по дну морей и океанов, а с плавучих буровых платформ ведутся разведка подводных месторождений и добыча нефти.

Подводные лодки

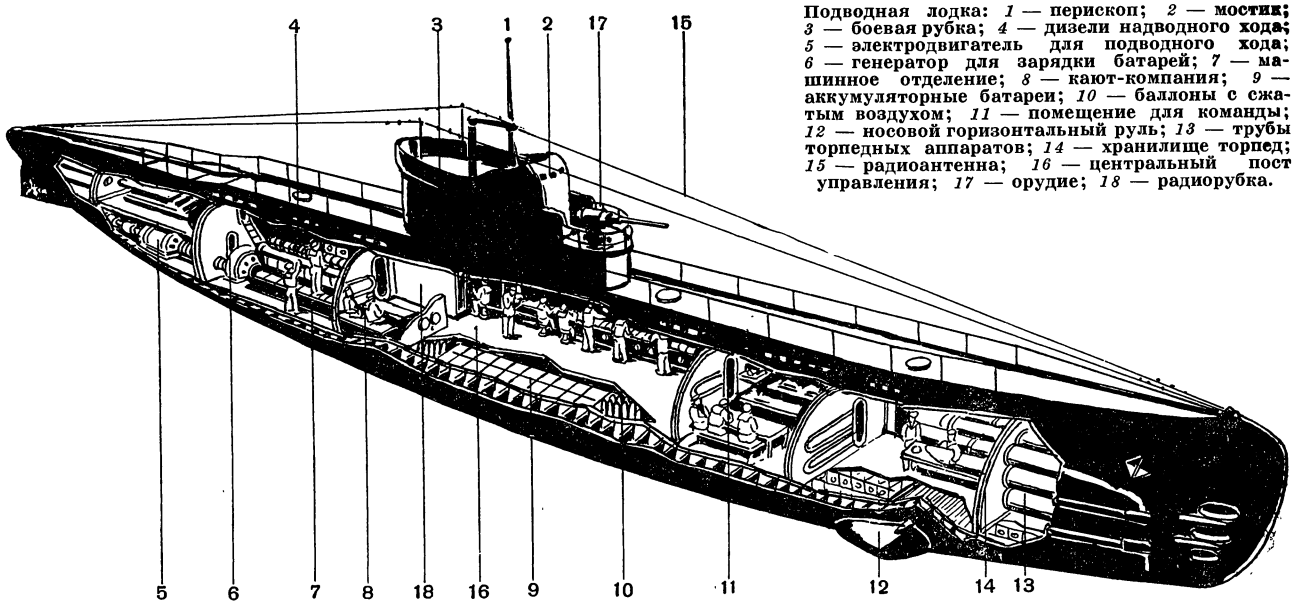
Одно из важнейших качеств подводной лодки — герметичность и прочность корпуса. Ведь на больших глубинах ему приходится выдерживать значительное давление воды (современные подводные лодки плавают на глубине 300—400 *м*). Для снижения сопротивления корпусу придают обтекаемую форму, напоминающую форму морских животных и рыб.

Специальное устройство — перископ — позволяет наблюдать из подводного положения за поверхностью моря. Перископ — это вертикальная зрительная труба, в которой заключена система линз и призм. Световые лучи от надводных предметов проходят через входное отверстие, преломляются в линзах и призмах и попадают к окуляру, в который смотрит наблюдатель.

На подводных судах устроены балластные цистерны. Заполняя их водой, можно заставить лодку погрузиться, а продувая сжатым воздухом — всплыть. Вертикальное маневрирование



Посмотрите внимательно: в этом морском судне «спрятан» целый железнодорожный состав. Паром «Советский Азербайджан» курсирует между Баку и Красноводском.



Подводная лодка: *1* — перископ; *2* — мостик; *3* — боевая рубка; *4* — дизели надводного хода; *5* — электродвигатель для подводного хода; *6* — генератор для зарядки батарей; *7* — машинное отделение; *8* — кают-компания; *9* — аккумуляторные батареи; *10* — баллоны с сжатым воздухом; *11* — помещение для команды; *12* — носовой горизонтальный руль; *13* — трубы торпедных аппаратов; *14* — хранилище торпед; *15* — радиоантенна; *16* — центральный пост управления; *17* — орудие; *18* — радиорубка.

подводного корабля осуществляется с помощью рулей глубины. Это две пары «крыльев», расположенных у носа и кормы. Поворачивая их, можно заставить встречный поток воды поднять нос лодки и опустить ее корму, или наоборот.

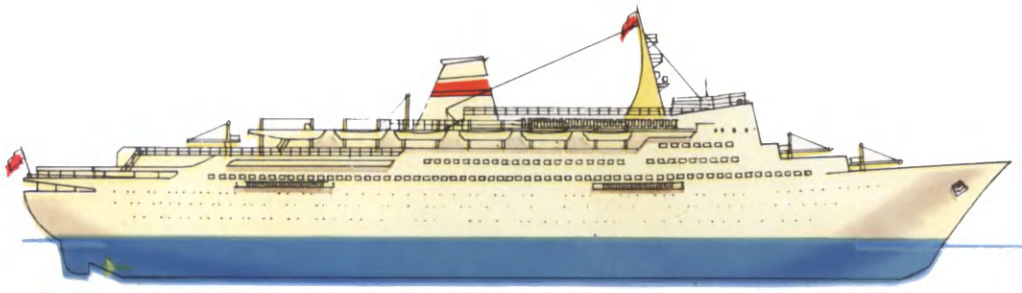
Подводные лодки существуют довольно давно. Первое боевое подводное судно построил в 1724 г. русский умелец Е. Никонов. А в военных действиях впервые в истории приняла участие подлодка «Черепаха», созданная американцем Д. Бушнеллом. Она была построена во время американо-английской войны за независимость для борьбы с английскими кораблями. Двигателем этого судна был... человек, вращавший винт. Затем появились подводные суда с пневматическими и бензиновыми двигателями. Но только применение электроэнергии положило начало подлинному развитию подводного флота.

Подводные корабли называют лодками по традиции. Это название перешло к ним от их

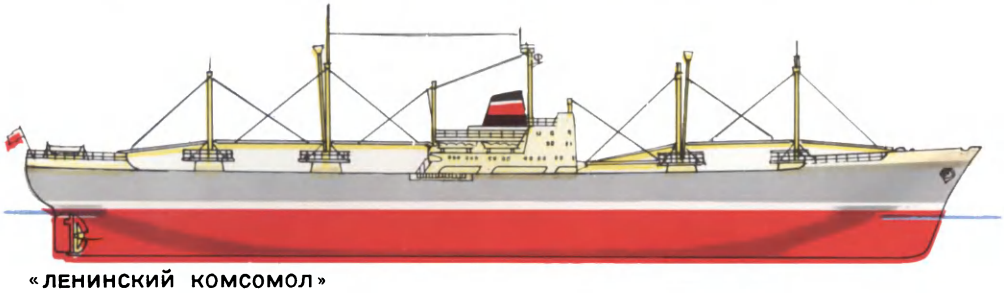
ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ТИПОВ СОВЕТСКИХ ОКЕАНСКИХ СУДОВ

ТИП И НАЗВАНИЕ СУДНА	Длина в *м*	Водоизмещение в *т*	Грузоподъемность в *т*	Количество пассажиров	Мощность главных двигателей в *л. с.*	Скорость хода в *км/час*	Дальность плавания в *км*
Пассажирский лайнер «Иван Франко»	176	18 820	5 950	750	21 000	37,6	9 300
Сухогрузное судно «Ленинский комсомол»	170	22 230	16 040	12	13 000	34,2	22 000
Танкер «София»	230	62 600	49 370	—	19 000	31,9	26 000
Ледокол «Ленин»	134	16 000	—	—	44 000	33,5 (на воде, свободной от льда)	225 000
Китобаза «Советская Россия»	218	43 800	26 700	—	15 000	29,6	45 000
Сельдебаза «Андрей Захаров»	162	15 300	7 700	—	4 000	26,9	21 500
Средний рыболовный траулер «Бологое»	43,5	515	130	—	600	17,6	11 500

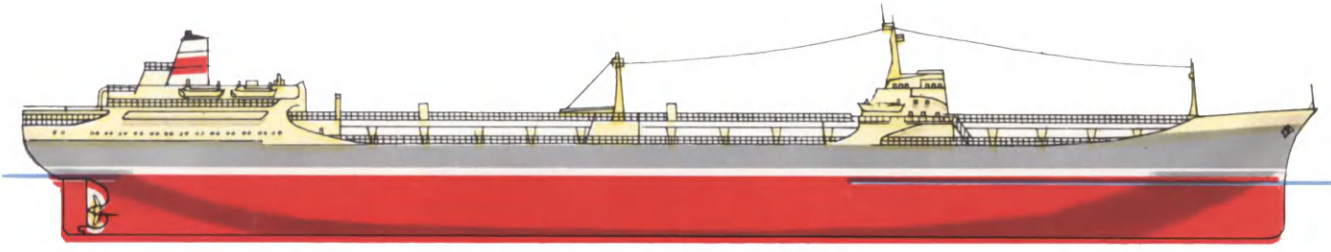
ТИПЫ ОКЕАНСКИХ СУДОВ



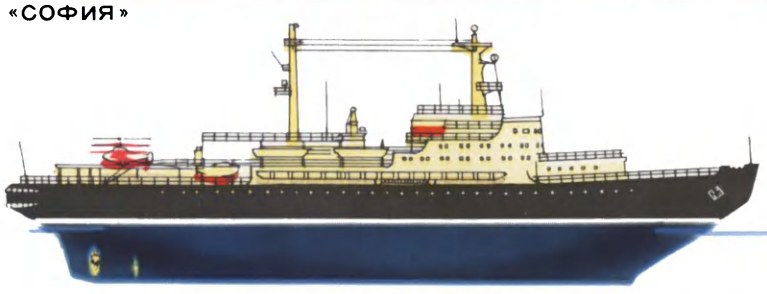
«ИВАН ФРАНКО»



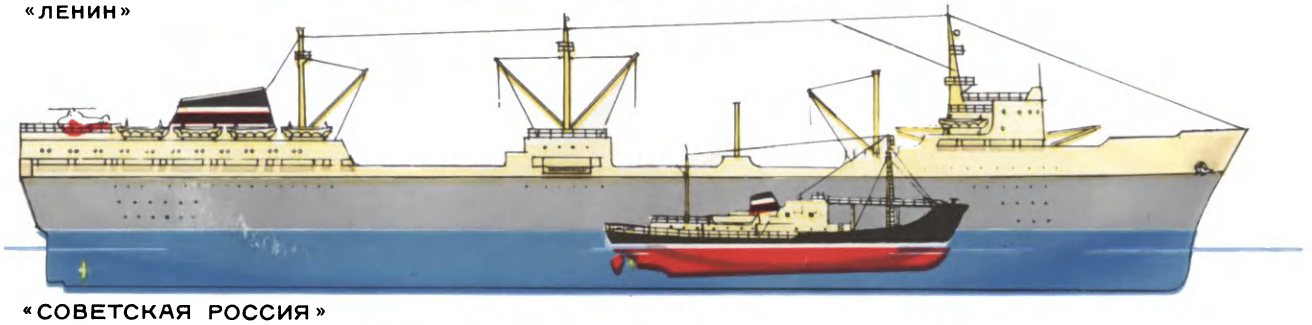
«ЛЕНИНСКИЙ КОМСОМОЛ»



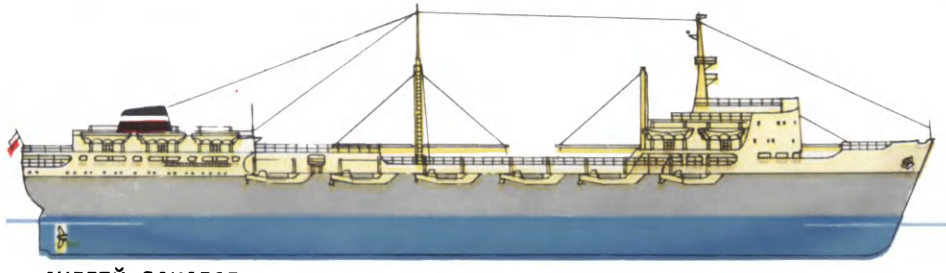
«СОФИЯ»



«ЛЕНИН»



«СОВЕТСКАЯ РОССИЯ»



«АНДРЕЙ ЗАХАРОВ»

«БОЛОГОЕ»

очень небольших и весьма несовершенных предшественников.

В последнее время строят огромные подводные суда (более 135 *м* длиной) с двигателями, работающими на ядерном топливе. Скорость хода современных подводных лодок достигает 65 *км/час* под водой. Подлодки вооружают торпедами, минами и ракетами, которые можно запускать из-под воды.

Суда на подводных крыльях

Среди большого и очень разнообразного по конструкции и назначению «корабельного семейства» особую группу составляют суда на подводных крыльях. Наверное, многие из вас видели эти движущиеся с большой скоростью белоснежные корабли, корпус которых как бы парит над водой.

Первый в СССР 66-местный пассажирский речной теплоход на подводных крыльях «Ракета» вступил в эксплуатацию в 1957 г. Его спроектировали и построили на заводе «Красное Сормово» (г. Горький). С каждым годом на голубых дорогах нашей Родины появляются все новые собратья «Ракеты» — «Метеор», «Спутник», «Чайка», «Буревестник» (речные суда), «Стрела», «Комета», «Вихрь» (морские суда). Водоизмещение самых крупных судов на подводных крыльях достигает 120 *т*, а скорость самых быстрых уже превышает 100 *км/час*.

Как же плавает и движется судно на подводных крыльях?

Когда оно стоит на месте, его корпус удерживается на воде за счет сил плавучести, как у обычного судна. Но вот оно отошло от причала, набрало скорость и начало подниматься над водой. Дело в том, что на верхней поверхности крыльев, как на крыльях самолета, создается разрежение, а на нижней поверхности — повышенное давление. В результате возникает подъемная сила, величина которой зависит от скорости движения, от площади крыла и от угла между плоскостью крыла и направлением движения (угла атаки).

При определенной скорости подъемная сила становится равной весу судна и корпус корабля полностью выходит из воды. Сопротивление воды теперь не мешает, как у обычных судов, достигать больших скоростей.

Для устойчивого движения судна необходимо обеспечить постоянство подъемной силы и ее равенство весу судна при различных скоростях движения после выхода на крылья. Это достигается изменением угла атаки крыльев с помощью системы управления (управляемые крылья) или за счет изменения подъемной силы крыльев при их движении на различных расстояниях от поверхности воды (неподвижно закрепленные крылья). Последний путь наиболее простой. Он широко применяется на большинстве построенных судов.

Неподвижно закрепленные крылья могут пересекать поверхность воды или находиться на малой глубине погружения (малопогруженные крылья). Типичный пример крыльев, пересекающих поверхность воды,— V-образные крылья.

При повышении скорости погружение этих крыльев уменьшается, а при снижении — увеличивается. Благодаря этому величина подъемной силы сохраняется неизменной и равной весу корпуса судна. Остойчивость судна с такими крыльями обеспечивается тем, что подъемная сила, действующая на ту часть крыла, которая больше погружена в воду, превосходит величину подъемной силы, возникающей на крыле другого борта. Разность этих сил и возвращает судно в нормальное положение.

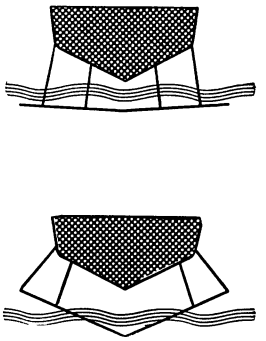
При движении малопогруженных крыльев постоянство подъемной силы обеспечивается за счет того, что при их приближении к поверхности воды разрежение на верхней поверхности крыльев уменьшается. Вследствие этого уменьшается и подъемная сила. В результате устанавливается такое погружение крыльев, при котором подъемная сила крыльев равна весу судна. При крене судна на ту часть крыла, которая ближе подходит к поверхности воды, действует меньшая подъемная сила, чем на противоположную часть. Благодаря этому судно возвращается в нормальное положение.

Познакомимся с устройством судна на подводных крыльях. Вот морской теплоход типа «Комета». Он предназначен для перевозки пассажиров, его маршруты проходят недалеко от берега. Водоизмещение этого судна 57 *т*, скорость 65 *км/час*. Корпус теплохода изготовлен из легких сплавов.

В трех светлых салонах, где установлены двух- или трехместные мягкие авиационные кресла, размещаются 118 пассажиров. Между

Панорама морского порта. *Слева вверху* — маяк, ниже — резервуары с жидким топливом, затем различные складские помещения, причалы и сухой док, в котором ремонтируется судно. *Справа внизу* — здание вокзала с мачтой электростанции; перед ним — створные знаки, указывающие кораблям точно середину прохода в акваторию порта; выше — опять причалы и склады. Слева и справа в порт ведут железные и шоссейные дороги.

На подводных крыльях.



Два типа крыльев: *вверху* — малопогруженные крылья; *внизу* — V-образные крылья.

средним и кормовым салонами расположены две каюты для команды, машинное отделение, буфет. Над машинным отделением и в кормовой части судна находятся прогулочные площадки, закрытые тентом.

Два двигателя внутреннего сгорания мощностью по 1200 *л. с.* через наклонные валы вращают два гребных винта, расположенных ниже кормового крыла. Управление двигателями осуществляют из рулевой рубки.

По строительству судов на подводных крыльях СССР занимает одно из первых мест в мире. Развитие в этой области техники идет по линии увеличения грузоподъемности и расширения сферы использования таких судов. Для плавания в открытых морях и океанах на большом волнении будут созданы суда с глубокопогруженными автоматически управляемыми крыльями, что позволит улучшить мореходные качества и практически полностью устранить качку:

автоматические устройства, изменяя углы атаки крыльев, будут поддерживать корпус судна в нормальном положении.

Возможно, будут созданы крупные морские суда на подводных крыльях, имеющие скорость хода до 300 *км/час*, с атомными и газотурбинными силовыми установками.

Суда на воздушной подушке

Судно на воздушной подушке — принципиально новое транспортное средство: оно может с большой скоростью двигаться и над водой, и над твердой поверхностью.

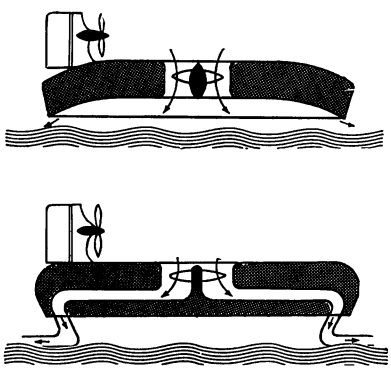
Принцип движения на воздушной подушке впервые разработал К. Э. Циолковский. Первые в мире опытные катера на воздушной подушке были построены в нашей стране в 1935 г. А сейчас уже, пожалуй, никто не сомневается, что недалеко то время, когда суда на воздушной подушке станут полноправными и весьма уважаемыми членами «корабельного семейства».

Что такое воздушная подушка? Это слой сжатого воздуха под днищем корабля. Он приподнимает судно над поверхностью воды или земли. Чем больше подача воздуха, тем больше высота подъема судна. От высоты подъема зависит способность судна на подушке двигаться над различными препятствиями на поверхности суши или над взволнованной поверхностью моря.

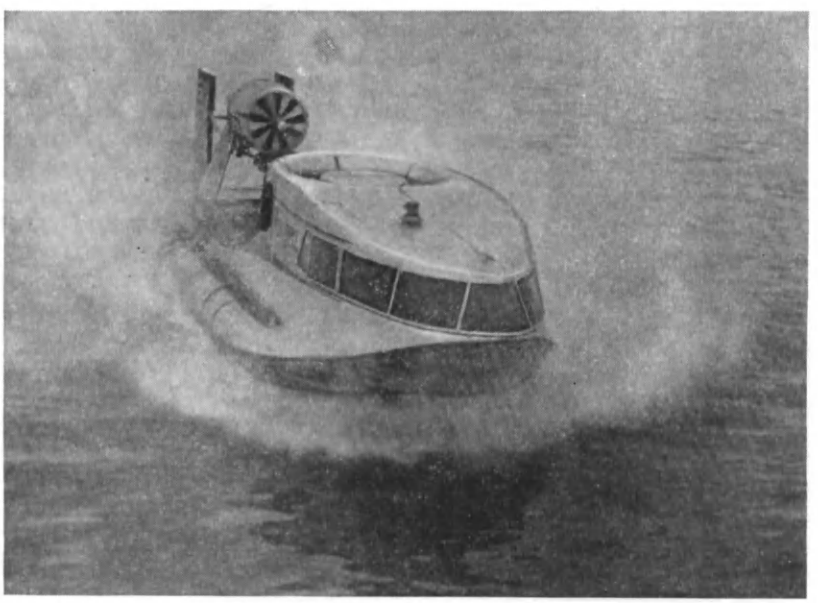
Существует несколько способов образования воздушной подушки. Наиболее простой способ — к а м е р н ы й. Воздух, нагнетаемый под куполообразное днище вентилятором, все время свободно вытекает из-под днища-купола по его периметру. Но такая схема выгодна только при небольшой высоте подъема судна.

Более экономичен при большой высоте подъема способ образования воздушной подушки с к о л ь ц е в о й з а в е с о й. В этом случае нагнетаемый вентилятором воздух вытекает из сопел, расположенных по краям днища и наклоненных внутрь под определенным углом. Струя воздуха изгибается и растекается по поверхности, над которой висит судно. Центробежные силы движущихся по криволинейной траектории частиц воздуха уравновешиваются повышенным давлением в подушке. Это обеспечивает перепад давления поперек струй, и воздушная подушка как бы «запирается» струями воздуха. Эти два способа образования подушки получили наибольшее распространение.

Камерная схема применена на опытном пассажирском речном судне «Нева», построенном в 1962 г. в Ленинграде (водоизмещение 13 *т*, скорость 60 *км/час*). Высота подъема этого судна над поверхностью воды или суши 5 *см*. А горьковские судостроители создали катер «Радуга» с сопловой схемой образования подушки. Катер может подниматься над поверхностью воды на высоту до 15 *см* и двигаться со скоростью более 100 *км/час*.



Два способа образования воздушной подушки: *вверху* — камерный; *внизу* — с кольцевой завесой.



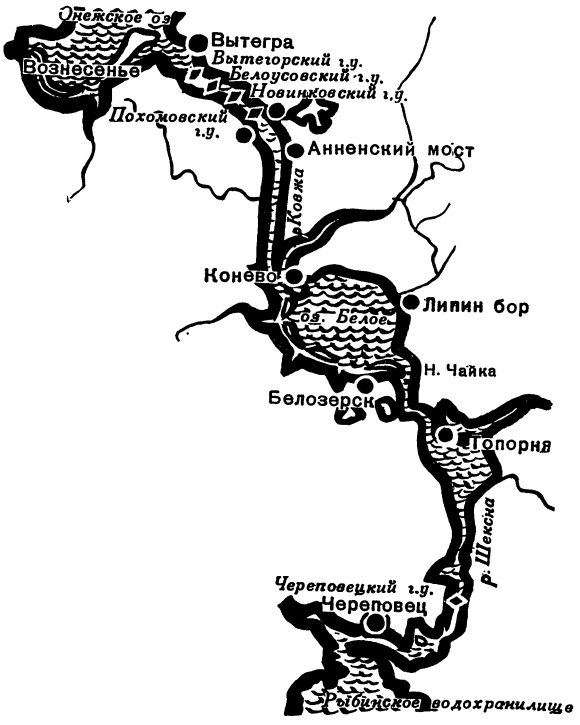
Судно на воздушной подушке может с большой скоростью передвигаться и над водой, и над твердой поверхностью. «Радуга», созданная коллективом завода «Красное Сормово», может развивать скорость свыше 100 *км/час*.

На пути создателей крупных судов на воздушной подушке стоит немало сложных проблем. Однако нет сомнения, что они будут решены. По воде и суше, снегу и льду, мелководью и бездорожью понесут человека суда на воздушной подушке.

ВОДНЫЕ ПУТИ

Много веков тяжелой борьбы с природой потребовалось людям, чтобы освоить морские и речные пути и объединить их каналами и водохранилищами в единую транспортную сеть. Много труда потрачено на то, чтобы оснастить водные пути всем необходимым для безопасного плавания судов, чтобы сократить и выпрямить их маршруты.

Медленно ползли вдоль берегов, повторяя все их изгибы, первые гребные суда древних мореплавателей. Путь их был долог и опасен. Только вблизи крупных населенных пунктов путь мореплавателям указывали высокие каменные башни, на которых ночью зажигались костры. Но этим примитивным маякам нельзя было доверять: их мог потушить сильный дождь или ветер да, кроме того, пираты и разбойники,



Карта Волго-Балтийского водного пути им. В. И. Ленина.

стремясь заманить корабль на мель и ограбить, часто зажигали на берегу фальшивые огни.

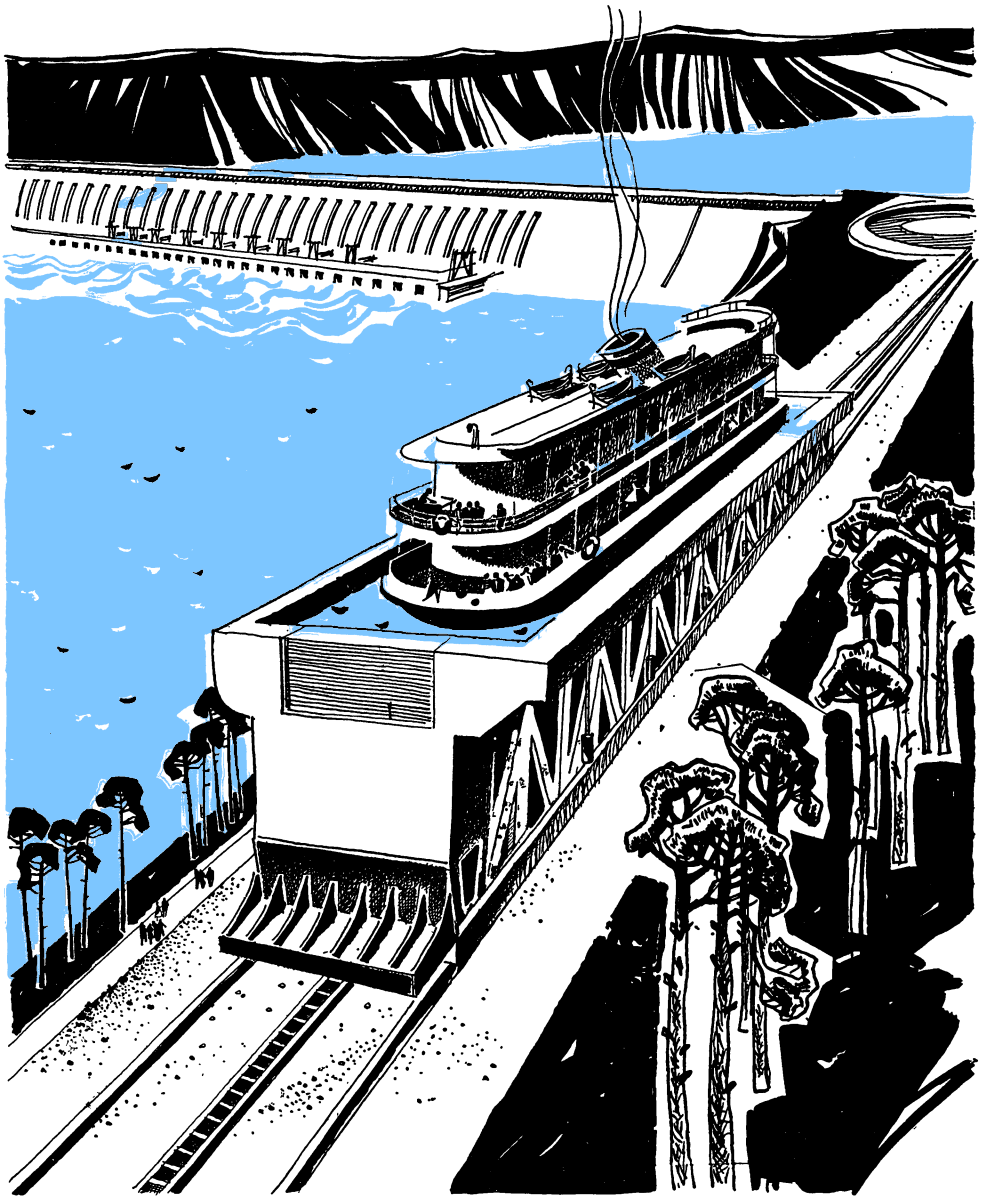
Не легче было в древности и плавание по рекам. Там, где путь преграждали каменистые пороги, мелководье или водораздел между реками, приходилось выгружать товары и переносить их на собственных плечах, а суда перетаскивать по суше волоком, подкладывая под них деревянные катки.

Позднее, в эпоху развития и усовершенствования парусного флота, морские суда перестали жаться к берегам, начали смелее пересекать обширные пространства океанов. На наиболее опасных участках морских и океанских путей для ориентировки мореплавателей появилось большое количество маяков. Их строили и на берегах, и в открытом море прямо на скалистых рифах или искусственных островках из камня. Масляные фонари на маяках постепенно были заменены керосиновыми, а затем газовыми. На подходах к портам ставили на якорь специальные суда с маячными вышками — плавучие маяки. Для указания подводных опасностей — мелей, рифов — и обозначения безопасных проходов между ними — ф а р в а т е р о в — устанавливали на якорях небольшие поплавки — вехи, снабженные далеко видными шестами с фигурными наконечниками. А позднее стали применять буи — пестроокрашенные поплавки большого размера, снабженные фонарями, а иногда и сигнальными колоколами.

Но, несмотря на все это, маршруты парусных судов еще значительно отличались от современных, так как зависели прежде всего от направления господствующих ветров и течений. В результате самый короткий путь почти никогда не был наиболее быстрым и безопасным.

Суда с механическими двигателями — паровыми машинами, а позже дизелями и турбинами — почти перестали зависеть от ветра и течений; маршруты их выпрямились, стали короче. Однако на пути из Европы в Индийский океан судам по-прежнему приходилось огибать всю Африку, а на пути в Тихий океан — Южную Америку, затрачивая на это много лишнего времени и топлива. Экономика настоятельно требовала сооружения кратчайших межокеанских путей, и такое строительство началось. После 10-летних работ, в 1869 г., было открыто движение по С у э ц к о м у к а н а л у. Он значительно сократил путь из Европы в порты Индийского океана.

В 1914 г. было завершено почти 34-летнее строительство П а н а м с к о г о к а н а л а, намного сократившего путь из портов Атлан-



Судоподъемник для перевозки речных судов «посуху». Многие считают, что такие подъемники будут успешно конкурировать с обычными системами шлюзов.

тического океана в порты Тихого океана. Были прорыты также каналы, сокращающие путь из Балтики в Северное море (Кильский), из Эгейского в Средиземное (Коринфский) и др. Сооружение каналов было дорогим, трудным и опасным делом. Ведь почти все работы производили тогда вручную. На строительстве одного Суэцкого канала погибло около 20 тыс. рабочих-египтян. Большие кладбища погибших строителей находятся и на берегах Панамского канала. Для создания канала потребовалось прорыть гористый кряж на протяжении почти 15 *км*, углубить озеро Гатун, вынув в общей сложности 160 млн. $м^3$ земли и камня.

Там, где вода в соединяемых водных бассейнах оказывалась на разном уровне, и там, где необходимо было преодолеть водораздел, каналы делали в виде ступенчатой лестницы. В конце каждой такой ступени строился шлюз — камера, снабженная с обеих сторон водонепроницаемыми воротами и затворами. Ворота служат для пропуска судов в шлюзовые камеры. Открывая поочередно то нижние, то верхние затворы, уравнивают (по принципу сообщаю-

щихся сосудов) воду в камере шлюза соответственно с уровнем воды в нижней или верхней ступени канала. Вместе с водой опускается либо поднимается судно. В Панамском канале, например, проходящем через водораздел на высоте 26 *м* над уровнем моря, суда через шлюзы проводят локомотивы, двигающиеся по берегу.

Гидростроители Красноярской ГЭС решили эту проблему иначе. Там вместо обычного шлюза впервые в мире спроектирован специальный судоподъемник для перевозки речных судов «посуху». Он представляет собой железнодорожный путь длиной 1700 *м*, уходящий в воду одним концом ниже плотины, а другим—выше плотины. По этому пути на 26 четырехколесных тележках передвигается судовозная камера—огромная «ванна». В самой высокой точке пути имеется большой поворотный круг, наподобие железнодорожного, который изменяет движение камеры для спуска ее в воду по другую сторону плотины. Дойдя до конца пути, она погружается в воду, одна из стенок открывается, и судно входит в камеру. Затем камера закрывается, и судно перевозится через плотину. Вес камеры—около 7 тыс. *т*, а скорость ее движения позволяет переправлять суда через плотину за 30—35 минут, т. е. значительно быстрей, чем с помощью обычных шлюзов. Стоимость такого сооружения также будет намного меньше.

В связи с тем что размеры современных судов намного увеличились, каналы продолжают углублять и усовершенствовать. Так, глубина Суэцкого канала к 1967 г. будет доведена до 13,7 *м*. Увеличивается ширина ряда участков Панамского канала, создается автоматическая система регулирования движения судов.

Там, где естественные глубины для прохода в порт груженых судов оказываются недостаточными, в морском дне прорывают искусственные выемки — подходные каналы.

На маяках и буях стали применять электрическое освещение. На морских и океанских путях установлены береговые и плавучие радиомаяки, радиолокационные станции и другие средства радионавигации. По их сигналам суда могут точно определять свое место в море даже при полном отсутствии видимости. Специальные исследовательские суда систематически изучают морские глубины, течения и т. п. Многочисленные метеостанции заблаговременно предупреждают суда по радио о приближении штормов. В арктических и антарктических морях пути судам прокладывают ледоколы.

Внутренние водные пути также значительно усовершенствованы. Шлюзы новых каналов вмещают самые большие речные суда. Управление ими полностью механизировано и автоматизировано. Шлюзы строят также для пропуска судов через плотины гидроэлектростанций.

Выпрямляют извилистые участки судоходных рек, а мелководные реки искусственно углубляют. Берега рек и каналов постоянно укрепляют, чтобы предохранить их от размывания течением и волнами. Для обеспечения безопасности плавания на реках, каналах, озерах и водохранилищах применяется целая система сигнализации, регулирующей движение, и самые современные средства навигационного ограждения фарватеров.

За годы Советской власти внутренние водные пути СССР объединены в единую транспортную систему, соединяющую северные моря — Белое и Балтийское — с южными — Каспийским и Черным. Реконструированы старые каналы Мариинской системы — вместо нее сооружен Волго-Балтийский водный путь им. В. И. Ленина. Заново построены Беломорско-Балтийский канал, канал им. Москвы и Волго-Донской канал им. В. И. Ленина.

На строительстве каналов в СССР, особенно в последние годы, широко применяют мощную современную технику (см. статьи раздела «Строительство»).

Углубление внутренних водных путей за счет постройки плотин и создания водохранилищ позволит со временем морским судам плавать по рекам, не перегружать товары в речные суда. Уже созданы и эксплуатируются мелкосидящие морские суда, которые могут плавать и по Каспийскому морю, и по Волге, а усовершенствованные речные суда начинают выходить в первые, хотя пока еще и не очень далекие, морские плавания.

ПОРТ

Порт! Для моряка это слово всегда означает не только место, где грузят товары, но и желанное пристанище после опасного и долгого, иногда многомесячного плавания; место, где можно надежно укрыться от бури, починить потрепанное в штормах судно, пополнить запасы провизии и пресной воды.

Сначала большинство портов создавалось в защищенных от морского волнения естественных углублениях берега — заливах и бухтах либо в устьях достаточно глубоких рек. Нелегко подчас было найти вход в такой порт, а найдя — благополучно миновать прибрежные рифы и песчаные наносы, особенно в штормовую

погоду. Подходы к таким портам сплошь и рядом были усеяны обломками судов, потерпевших кораблекрушение.

Погрузка и разгрузка товаров производились вручную по перекинутым на берег сходням, а если глубина не позволяла судну близко подойти к берегу, то с помощью лодок или плотов. Тяжелый, изнурительный и малопроизводительный труд! Но даже и таких портов не хватало, поскольку природные условия не везде удовлетворяли потребности морской торговли и военного мореплавания. Поэтому люди еще в древности начали создавать искусственные порты на открытых берегах, отгораживая небольшие участки моря идущими от берега насыпями из камня или земли, укрепленной сваями и каменной облицовкой. Такие насыпи называются молами. А чтобы волны не вкатывались в промежутки между окончаниями молов, стали прикрывать порты со стороны моря дополнительными насыпями, но не соединенными с берегом — волноломами.

С развитием техники, в связи с запросами развивающегося мореплавания и увеличением размеров судов строились все более крупные и глубоководные порты. Гавани нередко выкапывали в береговой целине. Молы и волноломы стали делать из бетонных массивов — «кубиков» весом в несколько десятков тонн и более. В некоторых портах, подверженных действию сильных приливов и отливов, например в Лондоне, Ливерпуле, Гавре, Антверпене, гавани отгорожены специальными водонепроницаемыми затворами. Они во время отлива удерживают воду на высоком уровне. Суда в такие порты вводят и выводят из них во время прилива.

Современные морские порты стали крупными транспортными узлами, в которых морские пути сходятся с железнодорожными, шоссейными и воздушными трассами, а если порты расположены в устье рек, то и с речными путями.

Каждый порт имеет сооружения, к которым пристают суда,— причалы. Они располагаются по-разному. Одни тянутся вдоль берега, другие — их называют пирсами — выступают в море перпендикулярно берегу. Пирсы позволяют в пределах того же водного пространства порта — акватории — значительно увеличить протяженность причальной линии. Береговые причалы обычно облицовываются

У одного из причалов Калининградского морского порта.

сплошной вертикальной стенкой, идущей до самого дна, а пирсы часто устраиваются на сваях.

К причалам подведены различные трубопроводы — для снабжения судов пресной водой, жидким топливом и т. д. Для погрузки товаров на причалах располагаются подъемные краны. Под основаниями кранов, которые чаще всего имеют форму арок—порталов, свободно проезжают железнодорожные составы и груженые автомобили. В портах имеются и другие погрузочные механизмы: транспортеры-автопогрузчики, плавучие подъемные краны (грузоподъемностью до 400 *т*), береговые и плавучие перегружатели для зерна, угля и других грузов. От складов к причалам грузы перевозятся автомобилями, тягачами с прицепами, электрокарами. Для обслуживания транспортных судов имеется служебно-вспомогательный флот: портовые ледоколы и буксиры помогают судам подходить к причалам и отходить от них; баржи-лихтеры перевозят грузы с судов, которые не могут подойти к причалу из-за недостаточной глубины; другие баржи отвозят с судов мусор, снабжают их жидким топливом и пресной водой; дноуглубительные снаряды — землечерпалки и землесосы — поддерживают нужную глубину акватории порта и подходных каналов к нему. Есть в порту водолазные боты, разъездные катера и т. д.

В большинстве портов имеются также специальные судоремонтные мастерские или заводы, оснащенные устройствами для подъема судов из воды. Небольшие суда вытаскивают на берег по уходящим в воду помостам с помощью тележек, которые подводят под судно, когда оно еще в воде (на плаву). Для подъема из воды крупных океанских судов применяют плавучие доки — огромные пустотелые «ящики» из стали или железобетона. Судно вводится в него, когда док заполнен водой. Затем вода из дока выкачивается насосами, он всплывает вместе с судном, под которое заранее были подведены специальные подставки — кильблоки. Иногда для ремонта, очистки и окраски подводной части судов пользуются «сухими» доками — специальными камерами, вырытыми в берегу и отделенными от моря водонепроницаемыми затворами. После ввода судна в такую камеру из нее насухо откачивают воду и судно опускается на кильблоки.

На территории многих портов или вблизи них располагаются судостроительные заводы—верфи.

Помимо портов общего назначения, имеются также специализированные, например угольные, рудные, зерновые. Для обслуживания и стоянки рыболовецких судов, приема и переработки их улова служат специальные рыбные порты. Существуют также порты-убежища, которые не имеют погрузочного оборудования, а служат исключительно для укрытия мелких судов во время штормовой погоды. В некоторых портах на рейде и в гаванях стоят серо-стальные громады военных кораблей, видны силуэты подводных лодок. Это военно-морские базы.

...Представьте себе, что вы на судне. Каким бы увлекательным ни было ваше путешествие, вы вместе со всеми вглядываетесь вдаль, ждете, когда появится земля. А вот и она! Ваше судно входит в порт. С моря вы видите, как он велик. С одной стороны видны серебристые баки нефтебазы. У ее причалов огромные корпуса нефтеналивных судов под флагами разных стран. По толстым шлангам в их грузовые помещения—танки — непрерывным потоком поступают нефть, бензин, керосин. Чуть ближе—красивое здание морского пассажирского вокзала. У его причалов белоснежные корпуса пассажирских судов. А дальше — грузовые причалы, огромное здание зернового элеватора, серая коробка холодильника для приема скоропортящихся товаров, склады, навесы для грузов, не боящихся влаги, и просто открытые складские площадки. И над всем этим целый лес подъемных кранов.

Вдали виднеются вышки антенны портовой радиостанции для связи с судами, находящимися в море. На здании Управления порта телевизионная установка, с помощью которой диспетчер видит, что делается на каждом причале. Вот от одного из причалов отходит судно. И тут же другое получает от диспетчера по радио распоряжение становиться под разгрузку. К борту подходят портовые буксиры. Медленно выползает из воды якорная цепь. Судно идет к причалу.

АВТОМАТЫ ПОМОГАЮТ ШТУРМАНАМ И КАПИТАНАМ

Все вы, наверное, читали роман Жюля Верна «Пятнадцатилетний капитан». А если читали, то обязательно должны были запомнить, в какое тяжелое положение попал юный моряк, когда работорговец Негоро испортил оба компаса на корабле. Вместо Южной Америки герои романа приплыли в Африку.

Сейчас ничего подобного, конечно, случиться не может. Определить координаты корабля, проложить правильный курс, рассчитать расстояние до порта, провести корабль в густом тумане штурманам и капитанам современных судов помогает целая система разнообразной «умной» техники. Давайте познакомимся с этими «помощниками» штурманов и капитанов. Но начнем мы с самых простых, с тех, которыми моряки пользуются уже не одно столетие.

Представьте, что вы находитесь на корабле, далеко в море. Кругом только вода и небо. Как определить местонахождение судна?

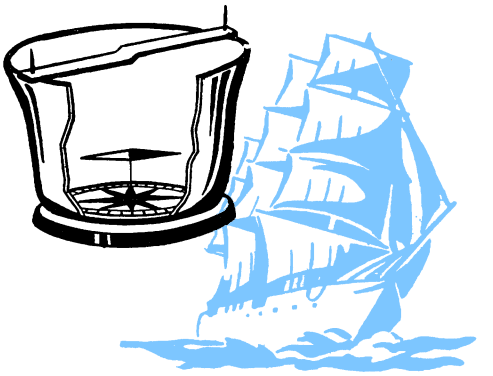
Если небо ясное, координаты можно определить по положению светил. Днем — Солнца, ночью — звезд. Для этого служит астрономический инструмент — с е к с т а н т. Устройство его несложно: к бронзовому сектору, составляющему примерно $^1/_6$ часть круга («секстант» от латинского слова «секс» — шесть), прикреплены оптическая трубка и два зеркала. На секторе нанесены деления — градусы и минуты. Наблюдатель направляет трубу на линию горизонта и одновременно перемещает зеркало так, чтобы луч света, отразившись в зеркалах, попал ему в глаз. На шкале, лимбе, мы увидим угол, под которым светило находится над горизонтом. Эти данные с учетом показаний хронометра позволяют достаточно точно рассчитать место корабля. (Сейчас секстанты стали сложнее, но принцип их действия остался тем же.)

Ну, а если небо в тучах? Тогда могут помочь другие приборы: л а г и к о м п а с. Лаг — прибор для измерения скорости судна. За кораблем на специальном тросе тянут маленькую вертушку. Она делает один оборот, пройдя строго определенный отрезок пути. Подсчитав обороты, специальный счетчик указывает пройденное расстояние. Зная пройденное расстояние и (по компасу) направление, в котором двигалось судно, штурман может найти на карте место корабля.

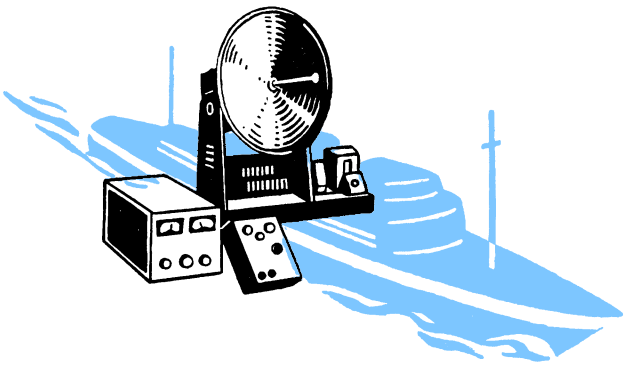
С развитием техники изменялись старые приборы, рождались новые.

Для измерения глубин вместо груза на веревке с отметками на судах сейчас применяют э х о л о т. Измеряя время прохождения ультразвукового импульса до морского дна и обратно, прибор определяет глубину. Автомат-самописец вычерчивает кривую глубин — рельеф дна.

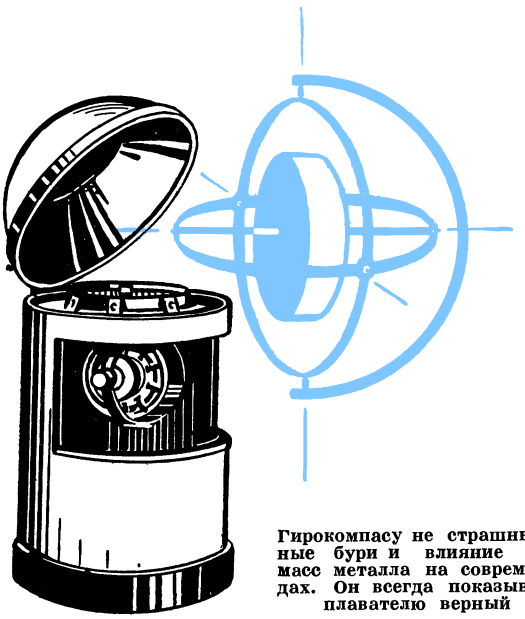
Если уже составлена подробная карта морского дна этого района, можно сказать, где находится судно.



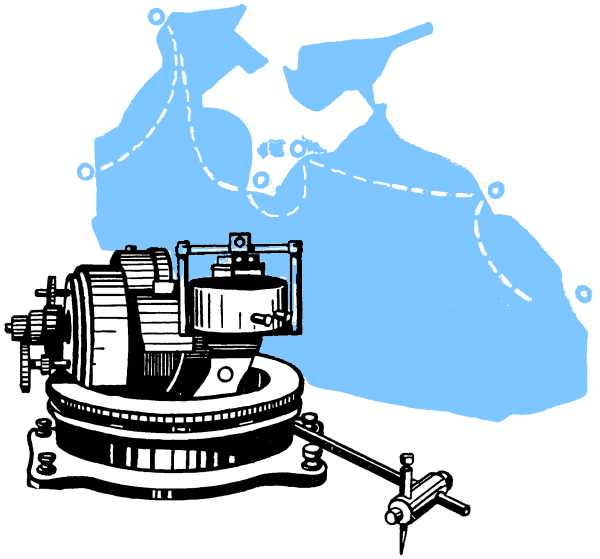
Компас такой конструкции помогал водить парусные корабли вплоть до XIX в.



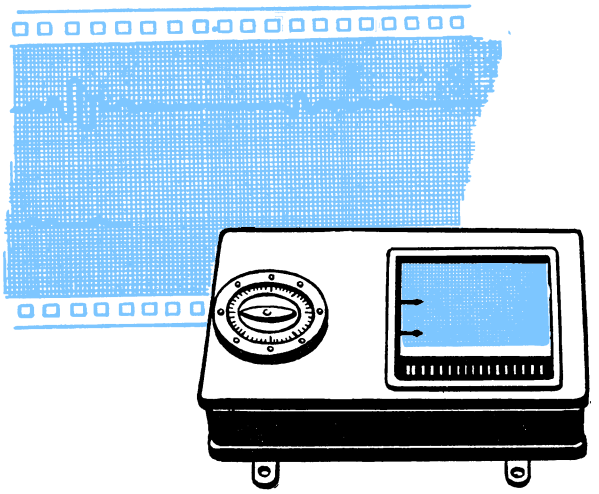
Так выглядят устройства, которые все вместе называются радиосекстантом. Он «видит» Солнце даже тогда, когда оно скрыто тучами.



Гирокомпасу не страшны магнитные бури и влияние огромных масс металла на современных судах. Он всегда показывает мореплавателю верный путь.



Одограф — довольно сложное устройство, вы найдете его не на всяком корабле. Но если он там есть, в любую минуту можно узнать место судна на карте.



Курсограф находится в штурманской рубке. Он сразу же «докладывает» штурману о малейшем отклонении корабля от курса.

Вместо вертушки лага за кормой под днищем корабля сейчас находится трубка гидравлического лага. При движении вода заходит в трубку и давит на мембрану. По силе давления можно узнать скорость и вычислить пройденный путь.

У судоводителей сейчас есть еще один верный друг — радио. На кораблях появился радиосекстант — приемник, который принимает радиоизлучения Солнца. Он «видит» Солнце, даже когда оно скрыто тучами.

Определить местоположение судна можно также, принимая сигналы береговых радиостанций приемником со специальной рамочной антенной: слышимость передачи исчезает, когда плоскость антенны перпендикулярна *пеленгу* — направлению на станцию. Пересечение хотя бы двух пеленгов и указывает на карте место корабля.

Капитану важно знать также, что находится вокруг судна. Радиолокатор дает возможность видеть в темноте и тумане. На мачте устанавливается вращающаяся антенна, посылающая импульсы ультракоротких радиоволн. Если на их пути встретится препятствие, чувствительный приемник улавливает отраженный сигнал. А на экране кругового обзора в этом направлении появятся яркие вспышки. Теперь судам не грозят неожиданные встречи в тумане с другим кораблем или айсбергом.

Изменился и магнитный компас. Он стал значительно сложнее: появились приспособления, предохраняющие его от толчков, от качки, уменьшающие влияние больших масс металла на современном судне и других помех. Но так как полностью устранить эти влияния все же нельзя, изобрели гироскопический компас.

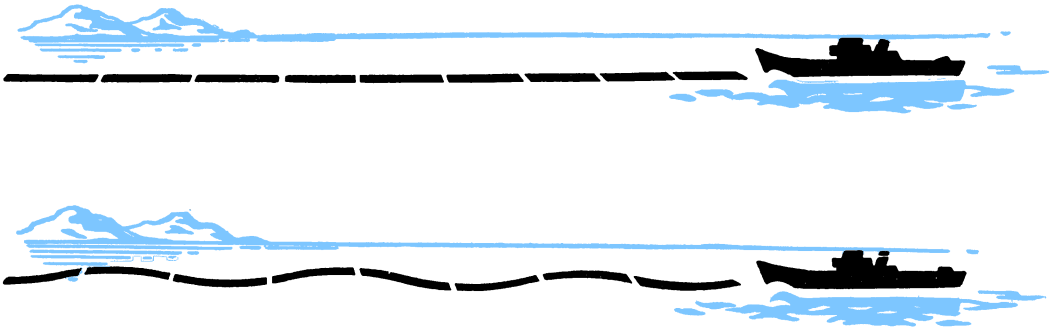
Это довольно большой и тяжелый волчок с моторчиком. Волчок вращается со скоростью 17—30 тыс. *об/мин*. Как всякий волчок, он обладает свойством сохранять в пространстве заданное положение оси, например меридиональное направление с севера на юг. На кораблях в хорошо защищенном внутреннем помещении устанавливается главный гирокомпас. Он называется «маткой». А в других местах — в рубке, на мостике, в каютах капитана и штурмана — стоят «репитеры» — просто устроенные повторители, связанные с «маткой» электропроводами.

Однако и гирокомпас по мере приближения к полюсам дает менее точные показания. Поэтому на судах применяют сразу оба компаса, что позволяет взаимно контролировать их работу.

А вот еще несколько важных «помощников» моряка — одограф, курсограф и авторулевой.

Одограф автоматически прокладывает путь корабля. Он соединен с гирокомпасом и лагом: гирокомпас дает курс, а лаг сообщает о пройденном расстоянии. По навигационной карте ползет особая каретка с карандашом и непрерывно чертит путь судна.

По виду курсограф — это небольшой металлический ящик. В нем помещен электромоторчик, как у компасов-«репитеров»; курсограф



Здесь вы наглядно видите, насколько прямее, а следовательно, короче и экономичнее путь корабля, управляемого автоматами.

связан с главным гирокомпасом и точно воспроизводит его показания. В верхней части прибора стрелка в виде кораблика. Она показывает курс в каждый момент; повернул корабль — на столько же градусов повернулась стрелка. В прямоугольном окне непрерывно движется разграфленная полоса бумаги. На продольных линиях указаны часы и минуты, на поперечных — градусы. Перо чертит на бумаге прямую линию, пока корабль лежит точно на курсе.

Если же с гирокомпасом соединить особые механизмы, которые при помощи электромоторов немедленно возвратят отклонившийся от курса корабль в правильное положение, то это будет а в т о р у л е в о й. Гирокомпас очень чуток, и корабль, ведомый авторулевым, «рыскает», как говорят моряки, значительно меньше — курсограф в это время чертит почти прямую линию.

Когда были созданы электронные счетно-решающие устройства, удалось автоматизировать управление судном. Получая данные от приборов, определяющих местоположение и курс корабля, и сравнивая эти данные с имеющейся в машине программой, они передают команду авторулевому и другим механизмам.

Но значит ли это, что автоматы могут заменить капитанов и штурманов? Конечно, нет. Ведь именно они составляют программу для автоматических устройств. ■

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

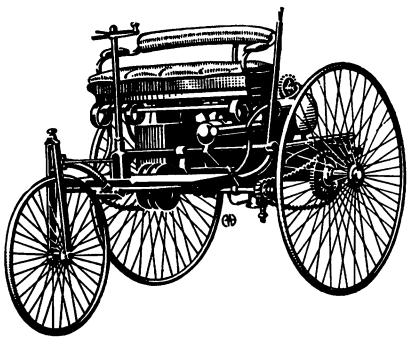
Автомобили вчера, сегодня и завтра

Сто лет назад автомобилей не было. Правда, повозки с паровыми двигателями существовали и раньше, но работоспособный, удобный и быстроходный автомобиль удалось создать только после изобретения легкого и всегда готового к действию двигателя внутреннего сгорания. Однако даже в самом конце прошлого века известный автомобильный гонщик Левассор еще называл скорость в 30 *км/час* «безумной».

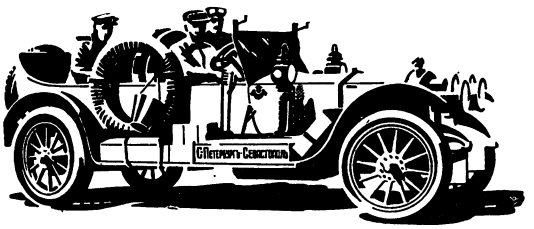
Конструкторы сначала заботились об усовершенствовании механизмов машины и очень мало думали о ее внешнем виде и об удобствах водителя и пассажиров. Лишь бы она двигалась! Когда же цель была достигнута, стало ясно, что нужно позаботиться об устройстве кузова, о том, каким должен быть автомобиль в целом. Поняли также, что для различных целей нужны различные автомобили. Постепенно появилось множество типов машин. И сейчас во всем мире производится около 250 моделей легковых автомобилей и столько же грузовых.

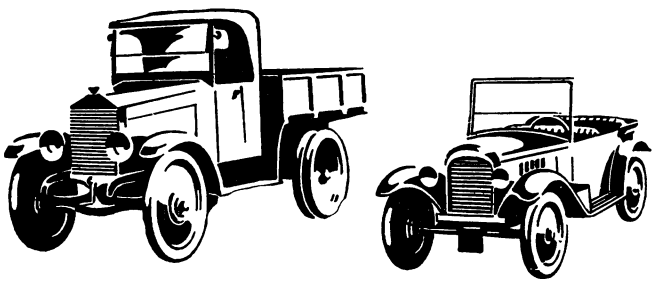
Автомобили подразделяются прежде всего на легковые, грузовые и автобусы. Легковые автомобили и автобусы в свою очередь делятся по числу мест и виду кузова, грузовые — по грузоподъемности.

Закрытый четырехдверный к у з о в легкового автомобиля называют «седаном» («Москвич», «Волга»), а при наличии перегородки за спинкой сиденья водителя — «лимузином» (ЗИЛ). Кузов с двумя дверцами — это «купе» («Запорожец»). Если же у машин крыша складывается, то это «фаэтон» или «кабриолет». Кузова легковых автомобилей имеют также разновидности типа «универсал» и «фургон».

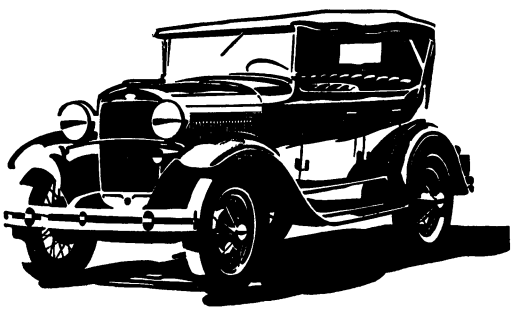


Один из первых автомобилей Бенца (Германия).





Вверху — один из первых русских автомобилей «Руссо-Балт» и первые советские автомобили — АМО-Ф15 (1924) и НАМИ-1 (1928); *внизу* —первый советский массовый автомобиль ГАЗ-А.



Очень важна для характеристики автомобиля колесная формула. Она состоит из двух чисел, соединенных знаком умножения. Первое число показывает количество колес у автомобиля, второе —количество колес, к которым подводится усилие от двигателя. Например, у обычных легковых и грузовых автомобилей колесная формула 4×2 (четыре колеса, из них два ведущих); у автомобилей повышенной проходимости формула 4×4 или 6×6.

Из технических данных обязательно упоминают также мощность и рабочий объем двигателя, вес автомобиля, наибольшую скорость и расход топлива.

Двигатели грузовых и большинства легковых автомобилей расположены в передней части машины, но на многих автобусах и легковых автомобилях — в задней. Усилие от двигателя в автомобилях типа 4×2, как правило, передается задним колесам, реже — передним.

В дореволюционной России не было автомобильной промышленности. До 1917 г. было выпущено на отдельных маленьких заводах-мастерских менее тысячи автомобилей, собранных в основном из заграничных частей. Из них единственный заслуживающий внимания — рижский «Руссо-Балт». Началом настоящего автомобильного производства в нашей стране считают выпуск в 1924 г. грузовых полуторатонных автомобилей АМО. Четырьмя годами позже появился и первый легковой автомобиль НАМИ. А в 1931 г., после реконструкции московского завода АМО (теперь завод им. Лихачева — ЗИЛ) и постройки Горьковского автозавода, началось массовое производство автомобилей.

В короткий исторический срок наше автостроение прошло большой путь развития. Последняя модель ЗИЛа, ЗИЛ-130, перевозит втрое больше груза и передвигается в два раза быстрее, чем ее «предок» — первый АМО. Двигатель стал вчетверо мощнее. А на перевозку одной тонны груза расходуется втрое меньше топлива. У ЗИЛ-130 цельнометаллическая кабина с гнутым панорамным стеклом, регулируемым сиденьем, вентиляцией, отоплением, двумя большими зеркалами заднего вида. Есть в кабине и многие другие удобства. Работа водителя облегчена благодаря пневматическому приводу тормозов, гидроусилителю рулевого управления и синхронизаторам в коробке передач.

Большой путь развития и совершенствования прошли и машины Горьковского завода. Но, кроме этих двух крупнейших наших автозаводов, теперь существуют еще Московский завод

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СОВЕТСКИХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

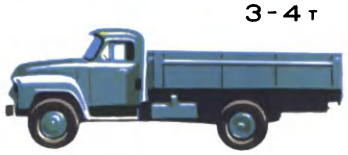
ТИП АВТОМОБИЛЯ	ТИП КУЗОВА И МАРКА АВТОМОБИЛЯ	ЧИСЛО МЕСТ	СКОРОСТЬ км/час	РАСХОД ТОПЛИВА л/100 км	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ л.с.	СУХОЙ ВЕС кг
МИКРО-АВТОМОБИЛЬ	КУПЕ «ЗАПОРОЖЕЦ»	4	110	5,5	35	700
МАЛЫЙ АВТОМОБИЛЬ	СЕДАН «МОСКВИЧ»	4	125	7,0	50	900
	УНИВЕРСАЛ «МОСКВИЧ»	5	115	8,0	50	940
СРЕДНИЙ АВТОМОБИЛЬ	СЕДАН «ВОЛГА»	4	130	9,0	75	1350
	УНИВЕРСАЛ «ВОЛГА»	5	120	10,0	75	1450
	ФАЭТОН УАЗ-469 типа 4×4	5	100	14,0	75	1400
БОЛЬШОЙ АВТОМОБИЛЬ	ЛИМУЗИН ЗИЛ	6	170	19,0	200	2500

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СОВЕТСКИХ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

С БОРТОВОЙ ПЛАТФОРМОЙ	СЕДЕЛЬНЫЕ ТЯГАЧИ	АВТОСАМОСВАЛЫ	ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ

УЛЬЯНОВСКИЙ АВТОЗАВОД /УАЗ/

ГОРЬКОВСКИЙ АВТОЗАВОД /ГАЗ/



МОСКОВСКИЙ АВТОЗАВОД ИМЕНИ ЛИХАЧЕВА /ЗИЛ/

МИНСКИЙ АВТОЗАВОД /МАЗ/

УРАЛЬСКИЙ АВТОЗАВОД /«УРАЛ»/

КРЕМЕНЧУГСКИЙ АВТОЗАВОД /КРАЗ/

ТИПЫ АВТОБУСОВ

СЛУЖЕБНЫЙ РИЖСКОГО ЗАВОДА /РАФ/

МАЛЫЙ ГОРОДСКОЙ ПАВЛОВСКОГО ЗАВОДА /ПАЗ/

СРЕДНИЙ ГОРОДСКОЙ ЛИКИНСКОГО ЗАВОДА /ЛиАЗ/

МЕЖДУГОРОДНЫЙ ЛЬВОВСКОГО ЗАВОДА /ЛАЗ/

малолитражных автомобилей, Минский, Ульяновский, Уральский, Белорусский, Кутаисский, Кременчугский, Запорожский автомобильные заводы, Курганский, Львовский, Рижский, Ликинский и Павловский автобусные заводы. Наша промышленность выпускает более 25 основных моделей автомобилей и несколько сотен их разновидностей — всего свыше 600 тыс. машин в год.

Самые маленькие советские легковые автомобили — двухместный автомобиль для инвалидов Серпуховского мотозавода и микроавтомобиль «Запорожец». Их крохотные двигатели расположены сзади и охлаждаются воздухом (у остальных наших легковых автомобилей двигатели находятся спереди и имеют водяное охлаждение).

Четырехместный автомобиль «Москвич» для индивидуального пользования выпускают с кузовом типа «седан». А его разновидность с грузо-пассажирским кузовом служит для перевозки мелких товаров и почты.

Пятиместные автомобили «Волга» выпускаются с кузовом «седан» и используются учреждениями и индивидуальными владельцами, а также в качестве такси. А «Волга» с кузовом «универсал» применяется для перевозки различных грузов. «Волгу» выпускают с несколькими типами двигателей различной мощности, с механической или автоматической коробками передач. Механизмы «Волги» используют и на автомобиле повышенной проходимости УАЗ-469 Ульяновского завода. Большие легковые машины ЗИЛ предназначены для правительственных учреждений.

Многообразна и «семья» советских грузовых автомобилей. Их выпускают с бортовыми платформами, с опрокидывающимися кузовами (автосамосвалы) и без кузовов — как тягачи для буксировки полуприцепов. Автомобиль с прицепом или полуприцепом очень удобен. Во-первых, он способен тянуть за собой больше груза, чем может везти на себе автомобиль без прицепа; во-вторых, на время погрузки и разгрузки прицеп можно отцепить, а тягач послать в очередной рейс с другим прицепом.

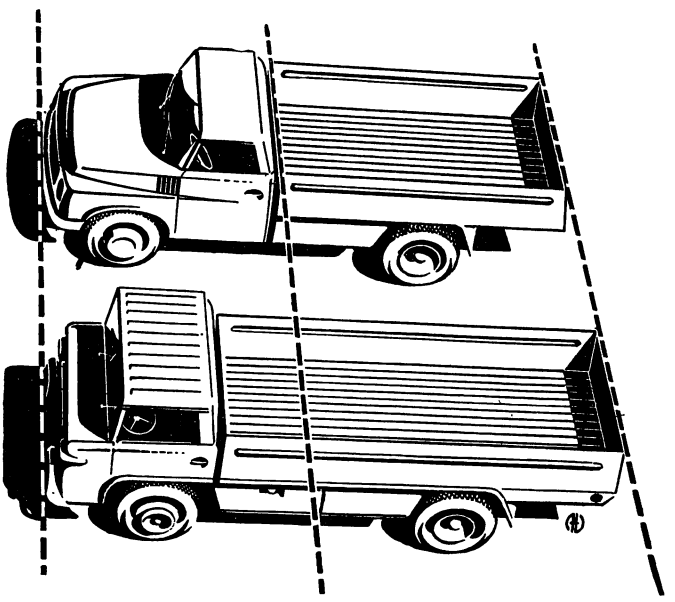
Нередко вместо бортовых платформ устанавливают фургоны, кузова с высокими решетчатыми бортами для перевозки некоторых сельскохозяйственных грузов и скота, кузова-холодильники для скоропортящихся продуктов, баки-цистерны для перевозки жидкостей, пожарные автонасосы, автолавки и т. д.

Почти у каждого советского грузовика есть «родственник» со всеми ведущими колесами — типа 4×4 или 6×6. Такие машины необходимы для работы на плохих дорогах — на проселках, в экспедициях, в пустынях, в тайге.

В последние годы появилось много новых типов автобусов: городские и туристские средней вместимости; междугородные экспрессы с откидными спинками сидений и багажными ящиками; 100-местные — для больших городов; маленькие — для гостиниц, небольших железнодорожных станций, учреждений. Место водителя автобуса помещено над левым передним колесом или впереди него, рядом с двигателем (если, конечно, двигатель не сзади).

Ульяновские, горьковские, минские и кутаисские конструкторы грузовых автомобилей тоже вынесли кабину водителя вперед и поместили ее над двигателем. Машины получились вместительные, короткие и поворотливые. Если нужно осмотреть двигатель, то кабина откидывается. Учитывая выгоды такой компоновки, конструкторы ищут решения, которые позволили бы распространить ее на многие типы автомобилей.

Другая задача будущего — упростить и облегчить управление автомобилем. Для этого на больших легковых (ЗИЛ) и грузовых автомобилях уже применяют усилители руля и автоматические трансмиссии (силовые передачи). Водителю не нужно пользоваться двумя педалями



Грузовой автомобиль с вынесенной вперед кабиной вместительнее автомобиля прежнего типа.

Такие грузовики-гиганты («БелАЗ—540В») строят на Белорусском автомобильном заводе.

и рычагом для переключения передач — за него это сделают автоматы. Он только слегка поворачивает рулевое колесо и изменяет число оборотов двигателя нажимом на педаль подачи топлива. Автоматы и усиливающие устройства пока еще сложны в производстве и обслуживании. Но возможности их усовершенствования велики, и в будущем они значительно облегчат труд водителя.

Много забот доставляет конструкторам вес автомобиля. Ведь на каждого пассажира легкового автомобиля приходится до 400 *кг* веса конструкции — в 5 раз больше веса пассажира. А так как автомобили почти никогда не ездят с полной нагрузкой, то эта цифра возрастает в 2—4 раза. Один из путей снижения веса — замена стали легкими металлами и пластическими массами. Многие детали автомобилей делают сейчас из алюминия. Уже создано несколько видов кузовов из пластмассы. Они значительно легче стальных, не ржавеют, хорошо защищают пассажиров от жары и холода. Несомненно, пластмассовые кузова в ближайшее время станут обычным явлением.

Конструкторы стремятся упростить обслуживание автомобиля: заменить металлические шарниры и втулки пластмассовыми, не требующими смазки, увеличить надежность механизмов и тем самым удлинить сроки их службы до ремонта или замены. Словом, автомобили будущего не потребуют такого сложного ухода, как сейчас.

Можно ожидать и других коренных изменений в устройстве автомобиля. Не исключено, что он станет двухколесным — как мотоцикл... Возможно, получат распространение автомобили без колес, поддерживаемые «подушкой» сжатого воздуха. А возможно, читатели этой книги создадут автомобиль такой конструкции, которую сейчас трудно даже предугадать.

* * *

Теперь, когда вы в общих чертах знакомы с типами автомобилей, можно перейти к изучению самого автомобиля. Для примера возьмем «Москвич» — одну из наиболее распространенных советских машин.

Автомобиль «Москвич»

«Москвич» выпуска 1964—1965 гг.— типичный современный легковой автомобиль. Сотни тысяч машин этого класса производят ежегодно многие заводы разных стран.

На «Москвиче» установлен двигатель с рабочим объемом всего 1,36 *л*, но с мощностью 50 *л. с.* Автомобиль развивает скорость до 120 *км/час* и расходует на шоссе не более 7 *л* топлива на 100 *км* пути. Вес «Москвича» с полной заправкой топливом, водой и смазкой — 1000 *кг*. Нетрудно подсчитать, что на литр рабочего объема двигателя и на тонну веса автомобиля (с пассажирами и багажом) приходится по 37 *л. с.* мощности двигателя. На перевозку одного пассажира на расстояние 100 *км* расходуется 1,75 *л* топлива. Эти отношения характеризуют совершенство конструкции двигателя, способность автомобиля к быстрому разгону («приемистость») и движению с большой скоростью, его экономичность.

Вспомним, что соответствующие показатели нашего первого массового легкового автомобиля ГАЗ-А (1932) были: мощность на 1 *л* объема двигателя 12 *л. с.*, на тонну 29 *л. с.* и 2,75 *л* топлива на пассажира (при 100-километровом пути). Производительность двигателя с тех пор увеличилась втрое, скорость — почти в полтора раза, а расход топлива снизился более чем на одну треть.

В красивом, обтекаемом кузове «Москвича» скрыты многочисленные механизмы. Внимательно осмотрим машину, доберемся до всех механизмов и познакомимся с их устройством.

Энергию для движения автомобиля вырабатывает двигатель. Он находится спереди, под так называемым капотом. Поднимаем капот. Вот он, двигатель — поршневой (газотурбинные автомобильные двигатели существуют пока только в виде опытных образцов), внутреннего сгорания, четырехтактный, карбюраторный, верхнеклапанный, четырехцилиндровый, рядный, с водяным охлаждением.

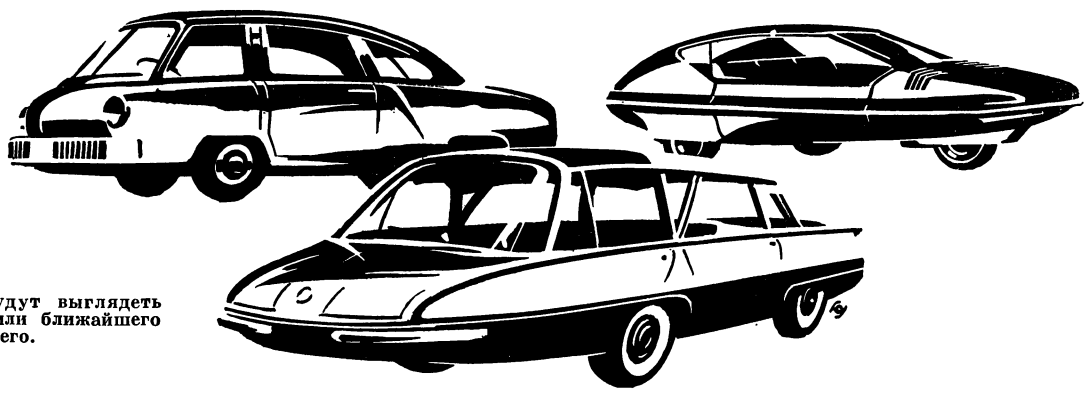
Впереди, справа от двигателя, расположен воздухоочиститель. В нем поток воздуха, необходимого для образования горючей смеси, проходит через сетку, смоченную в масле. Пылинки прилипают к масляной пленке, и воздух поступает к двигателю достаточно чистым.

Теперь обойдем автомобиль и откинем задний номерной знак. Под ним — крышка горловины бензобака. От бака под полом кузова проложена трубка к насосу, установленному на двигателе. Двигатель приводит насос в действие, он маленькими порциями выкачивает бензин из бака и подает его в карбюратор — прибор для распыления и смешивания бензина с воздухом. Горючая смесь бензина и воздуха поступает в цилиндры двигателя. Там она сжимается, взрывается от электрической искры и, расширяясь при взрыве, совершает работу— вращает вал двигателя. (Более подробно об устройстве двигателя внутреннего сгорания рассказано в ст. «Двигатели и генераторы».)

От отверстий выпускных клапанов двигателя идут трубы под кузов, к глушителю. Это стальной сосуд с перегородками, в которых проделаны отверстия. Отработавшие газы с большой скоростью выходят из цилиндров двигателя и проходят через лабиринт перегородок. Скорость движения газов при этом уменьшается, и из глушителя они вылетают сравнительно медленно и почти бесшумно.

Усилие от двигателя передается задним колесам через механизм сцепления, коробку передач, карданный вал, главную передачу, дифференциал и полуоси заднего моста. Чтобы увидеть все эти механизмы, нужно осмотреть автомобиль снизу. Причем для лучшего понимания их назначения и устройства удобнее рассматривать эти механизмы в обратном порядке. Начнем с полуосей.

Ось заднего моста разделена на две полуоси для того, чтобы колеса могли вращаться с разными скоростями. Это необходимо на поворотах, когда одно колесо идет по кругу малого радиуса, а другое — по большому кругу. Концы полуосей с коническими шестернями на них свободно входят в коробку дифференциала (от латинского слова «дифференция» — «разность»). На других концах укреплены колеса. Коробку дифференциала по диаметру пересекает валик с двумя свободно насаженными шестернями-сателлитами. Зубцы сателлитов сцеплены с зубцами полуосевых шестерен. Когда автомобиль идет по прямой, полуоси, сателлиты с их валиком и коробка дифференциала с укрепленной на ней ведомой шестерней главной передачи составляют как бы один цельный вал. Его вращает ведущая шестерня главной передачи, насаженная на конце карданного вала, который идет от моста вперед, к коробке передач. На повороте одно из колес, например левое, стремится вращаться медленнее другого, правого. Тогда левая полуосевая шестерня начинает вращать сателлиты. Их зубцы как бы подгоняют правую полуосевую шестерню, и правое колесо вращается быстрее. Колеса вращаются с разной скоростью. Но они попрежнему связаны друг с другом — через валик сателлитов, а через коробку дифференциала и шестерни главной передачи — с карданным валом.



Возможно, так будут выглядеть легковые автомобили ближайшего будущего.

Почему этот вал называется карданным? Дело в том, что двигатель неподвижно укреплен на кузове, а задний мост подвешен к кузову на упругих рессорах. Значит, чтобы бесперебойно передавать вращение вала двигателя к качающемуся на рессорах мосту, нужно соединить двигатель и мост как бы гибким валом. Эту «гибкость» и придают валу особые шарниры— карданы.

Если присоединить передний конец карданного вала непосредственно к маховику двигателя, колеса начнут вращаться, как только заработает двигатель. Число их оборотов будет изменяться только в зависимости от числа оборотов вала двигателя. Но чтобы тронуться с места, разогнаться или преодолеть подъем, развиваемое двигателем усилие нужно увеличить, а число оборотов колес уменьшить. Для этого между двигателем и карданным валом устанавливают к о р о б к у п е р е д а ч.

В коробке передач три в а л а: ведущий, связанный с валом двигателя, ведомый, связанный с карданным валом, и промежуточный. Ведущий и ведомый валы находятся друг против друга на одной геометрической оси, а промежуточный — под ними. Чтобы получить «прямую» передачу усилия от двигателя к карданному валу, ведущий и ведомый валы можно сцепить воедино кулачковой муфтой. На прямой передаче автомобиль идет по ровной дороге.

Когда требуется умножить усилие, ведомый и ведущий валы отделяют друг от друга, передвигая кулачковую муфту. Вращение ведущего вала теперь передается через пару шестерен на промежуточный вал. Этот вал несет на себе еще три шестерни с разным числом зубьев. С каждой из этих шестерен постоянно сцеплены шестерни, свободно сидящие на ведомом вале. Их можно соединить с ведомым валом посредством кулачковых муфт.

У «Москвича», кроме прямой (высшей, или четвертой) передачи, есть еще три передачи переднего хода и особая передача для заднего. На первой передаче число зубцов на шестерне ведомого вала примерно вчетверо больше, чем на ведущей. Поэтому ведомый вал вращается вчетверо медленнее ведущего, но зато передает вчетверо большее усилие. Последовательно переключая передачи с первой до четвертой, водитель плавно трогает автомобиль с места и постепенно дает ему разгон. При движении на подъем или по плохой дороге водитель переходит с прямой передачи на одну из низших. При этом водитель пользуется р ы ч а г о м под рулевым колесом. От него идут т я г и к вилкам, передвигающим кулачковые муфты. Передвигая рычаг, водитель передвигает и муфты, соединяя ведомый вал с шестерней одной из передач.

Кулачковые муфты всегда вращаются с тем же числом оборотов, что ведомый и карданный валы. Шестерни же через промежуточный и ведущий валы связаны с двигателем. При таком условии трудно сцеплять и расцеплять кулачки. Необходимо в момент переключения передач разъединять ведущий вал и вал двигателя. Для этого между коробкой передач и двигателем установлен механизм сцепления. Он прижимает диск ведущего вала коробки передач к маховику двигателя. Трение между поверхностями плотно соединяет их, и ведущий вал коробки вращается с тем же числом оборотов, что и вал двигателя.

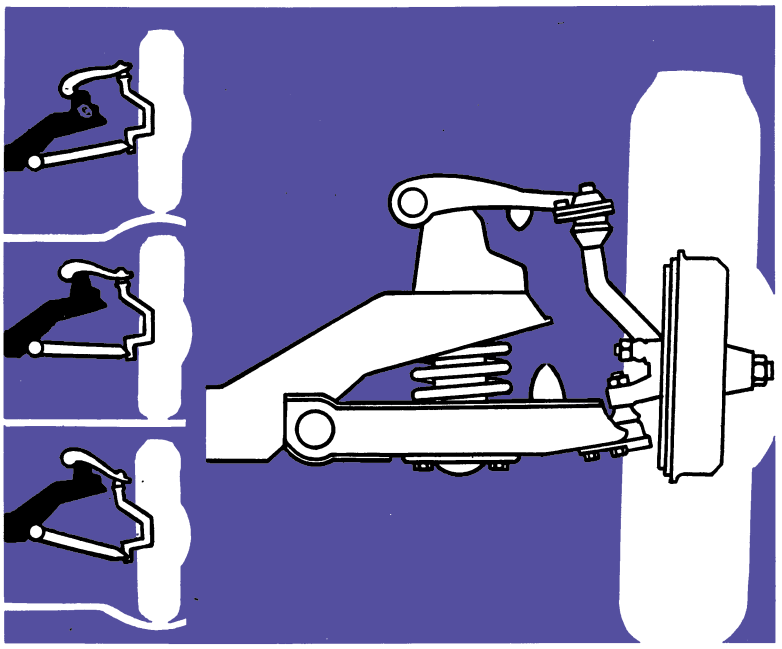
ОДИН В ДВУХ ЛИЦАХ

Впервые его увидели на улицах Киева и Харькова. Удивленные пешеходы останавливались и долго смотрели ему вслед. Потом, осенью 1963 г., он быстро бежал по крутым виражам горной трассы Симферополь — Ялта и легко брал подъемы. Видавшие виды шоферы останавливали свои машины, насколько возможно высовывали головы в окошки кабины и провожали его заинтересованными взглядами. И было чему удивляться, чем заинтересоваться. Совершал пробные испытания первый советский дизель-троллейвоз десятитонной грузоподъемности.

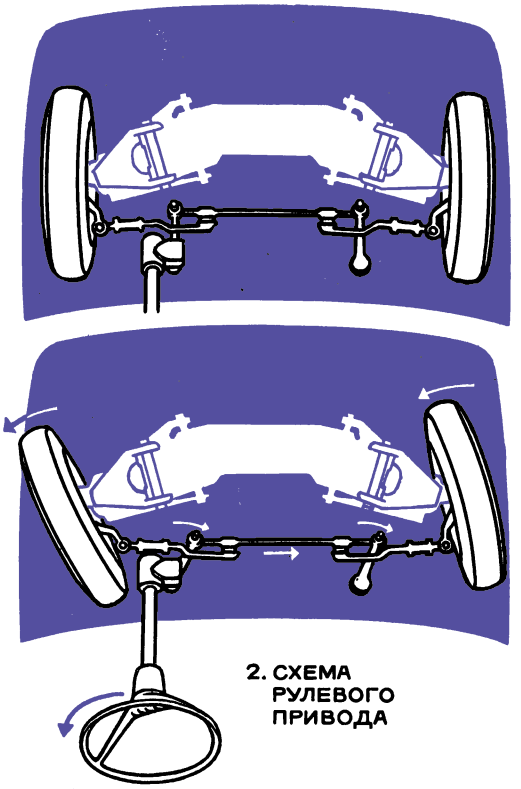
Теперь он успешно эксплуатируется в Крыму. Вот он бежит по асфальту шоссе. Сейчас он троллейбус. Прикрепленная к радиатору рама поддерживает металлические штанги. Они упираются в провода контактной сети. Но машине надо свернуть на проселок, где нет проводов. Водитель отключает штанги, начинает работать дизель. Троллейбус превращается в автомобиль и, не снижая скорости, катит по проселку к месту назначения.

Испытания дизель-троллейвозов показали, что они превосходят обычные грузовики своими тяговыми свойствами, маневренностью, безотказной работой, особенно зимой. Новые машины вдвое дольше, чем обычные грузовики, сохраняют работоспособность.

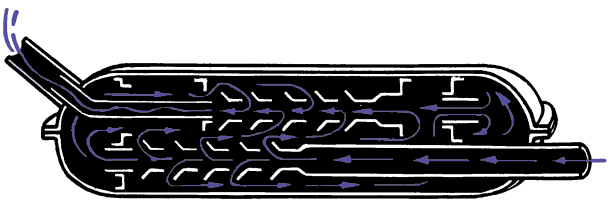
В Украинском научно-исследовательском и проектном институте угольной промышленности, где создаются дизель-троллейвозы, уже имеется проект 40-тонной машины. Проектируются такие же машины на 65, 100 и даже на 150 *т*.



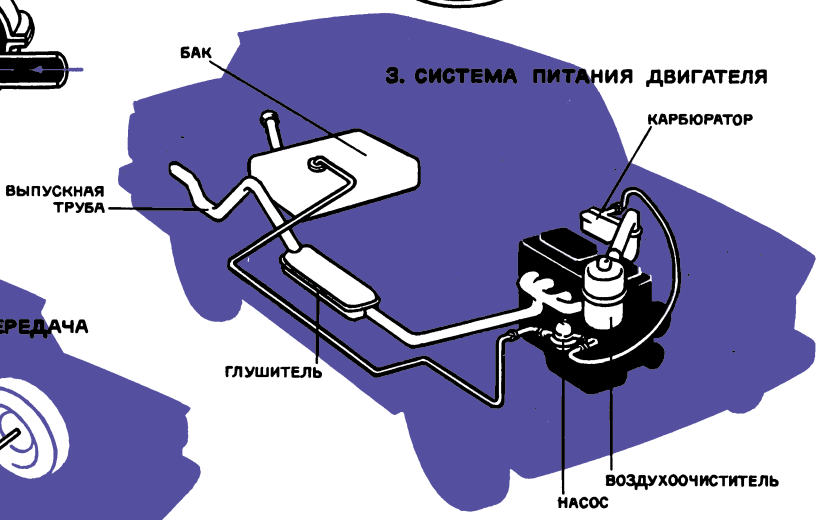
1. СХЕМА НЕЗАВИСИМОЙ ПЕРЕДНЕЙ ПОДВЕСКИ



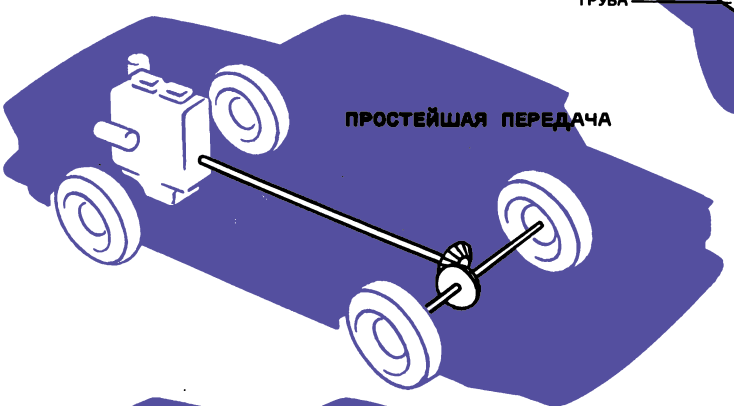
2. СХЕМА РУЛЕВОГО ПРИВОДА

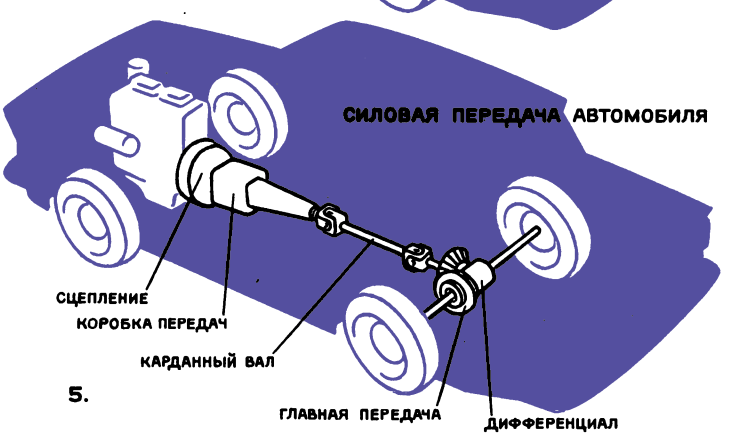


4. СХЕМА ГЛУШИТЕЛЯ



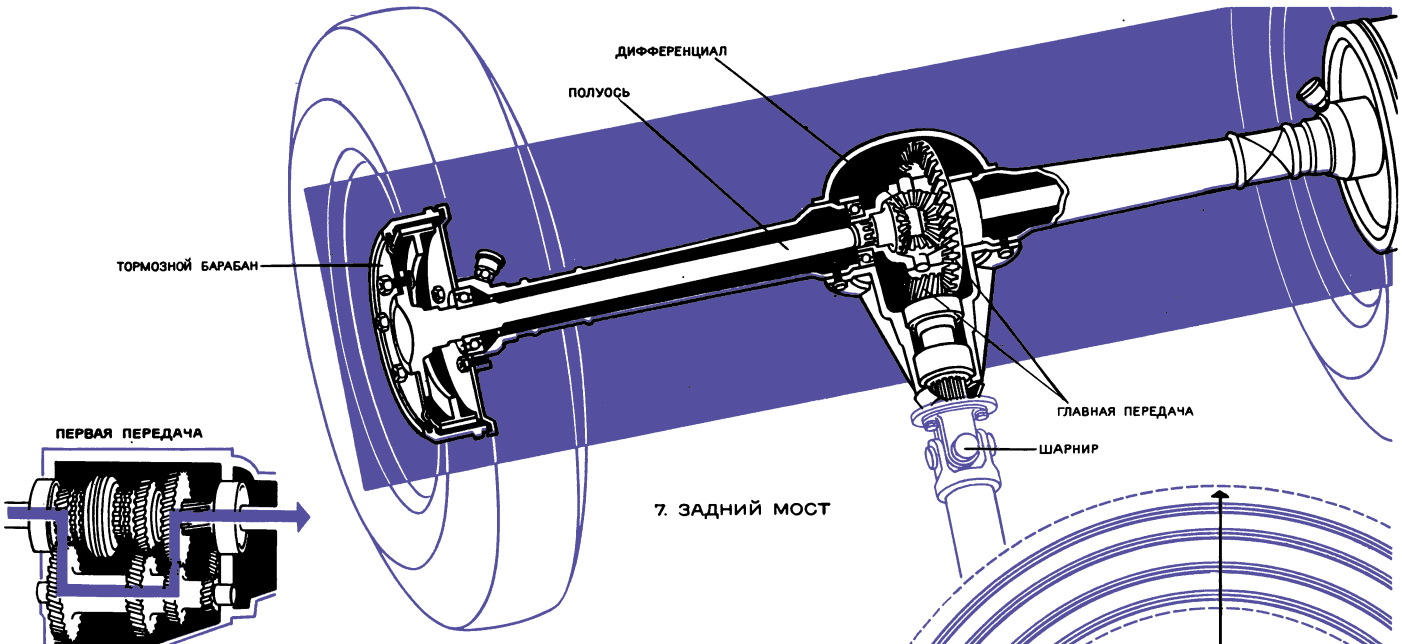
3. СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ



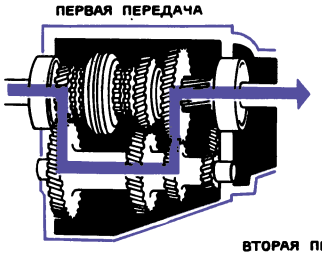


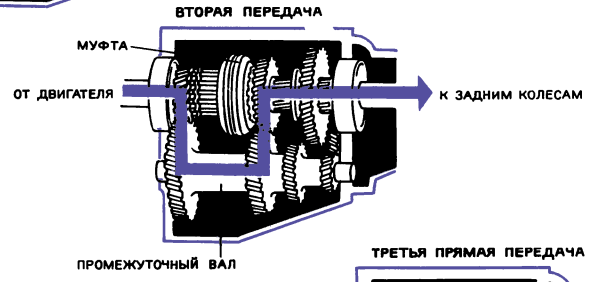
5.

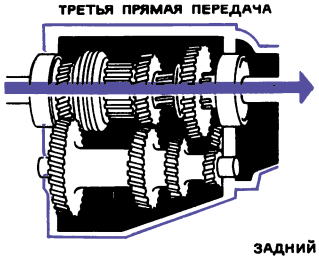
6. КАРДАННЫЙ ВАЛ

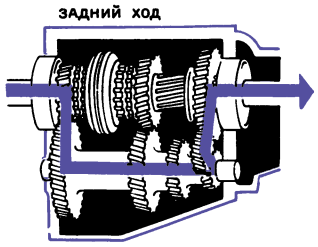


7. ЗАДНИЙ МОСТ

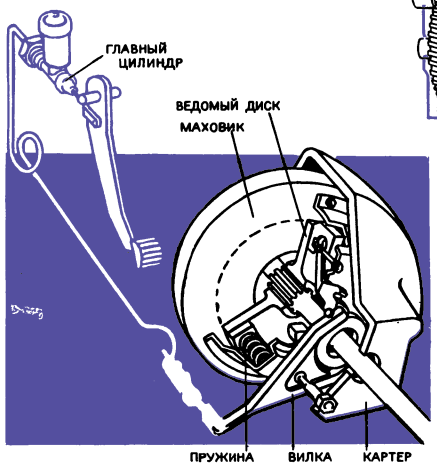




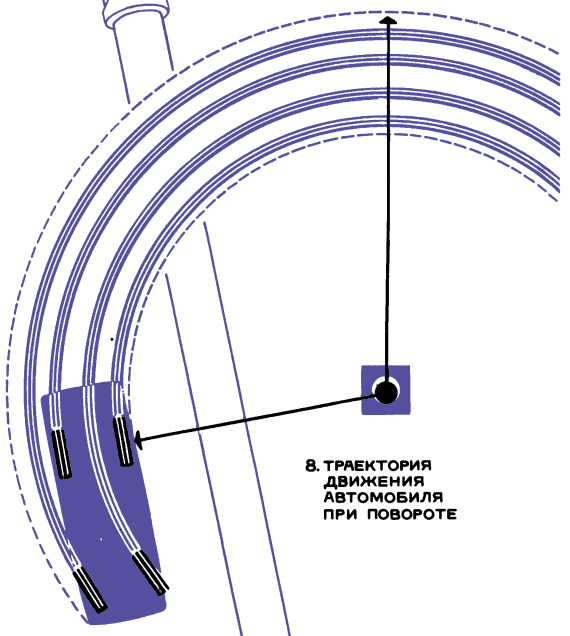




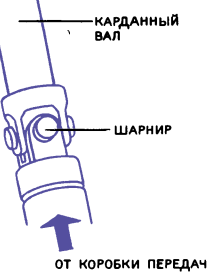
9. КОРОБКА ПЕРЕДАЧ

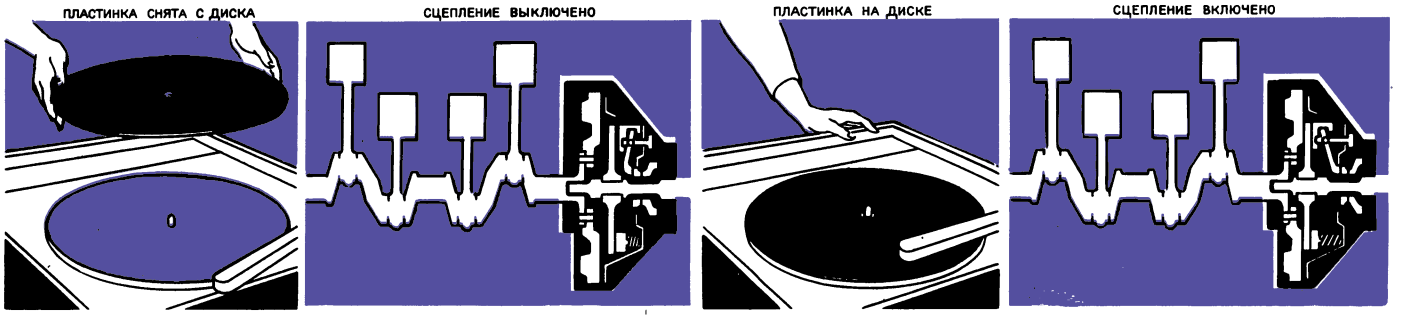


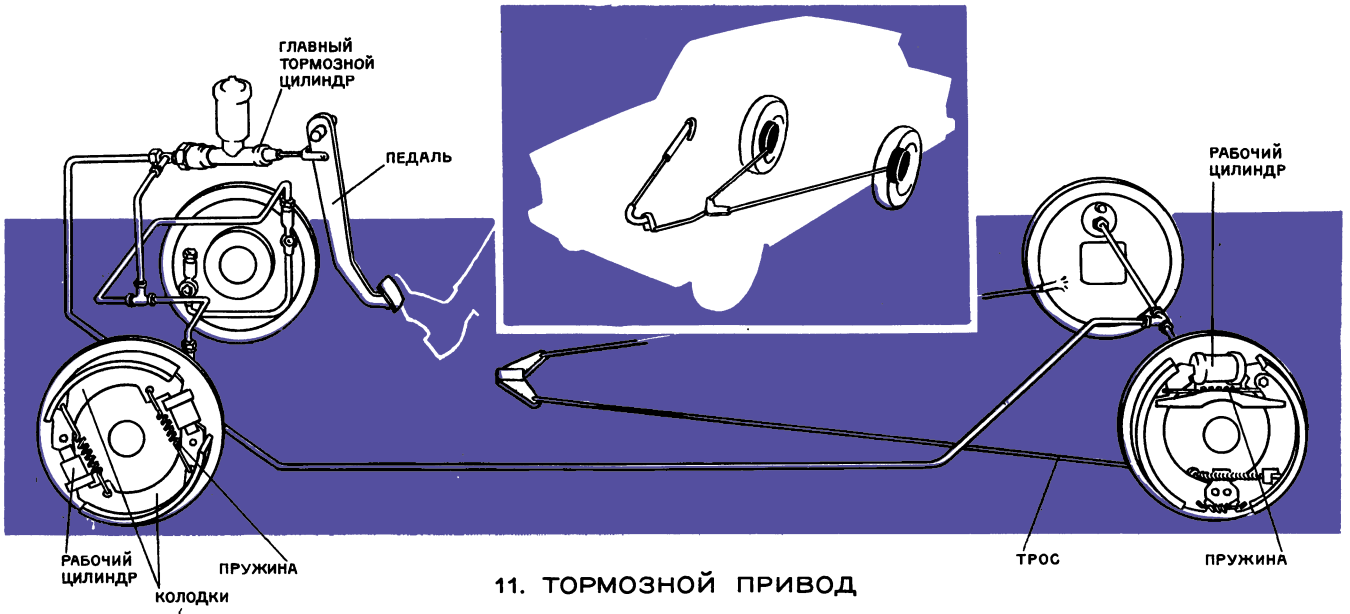
10. МЕХАНИЗМ СЦЕПЛЕНИЯ



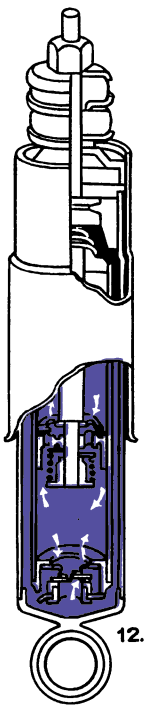
8. ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ПОВОРОТЕ



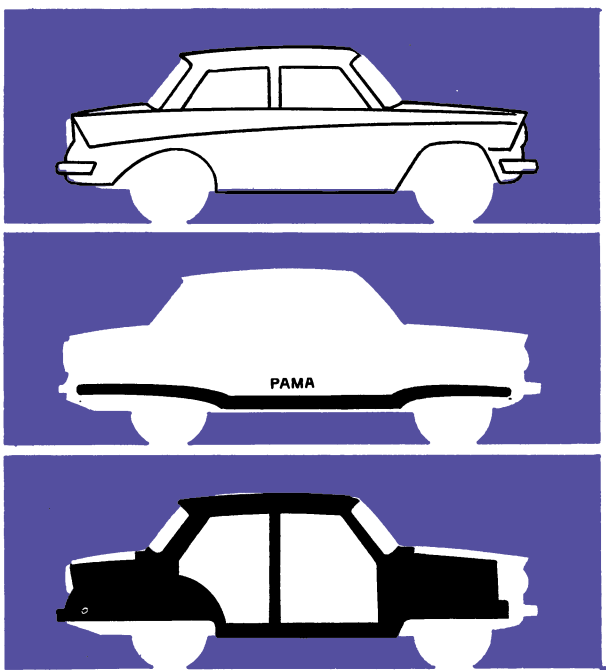




11. ТОРМОЗНОЙ ПРИВОД

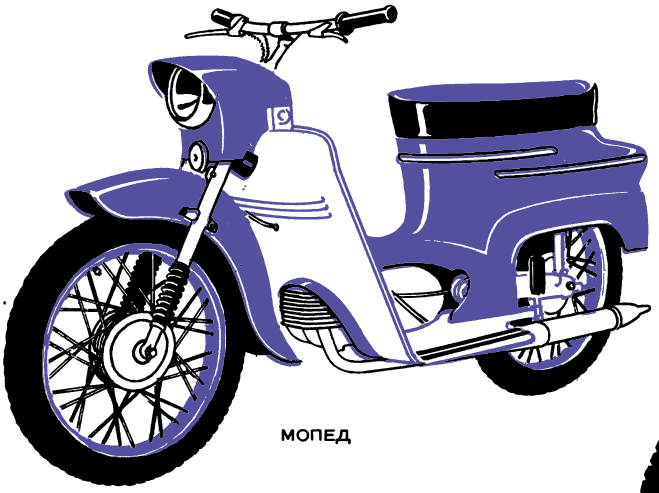


12. СХЕМА АМОРТИЗАТОРА

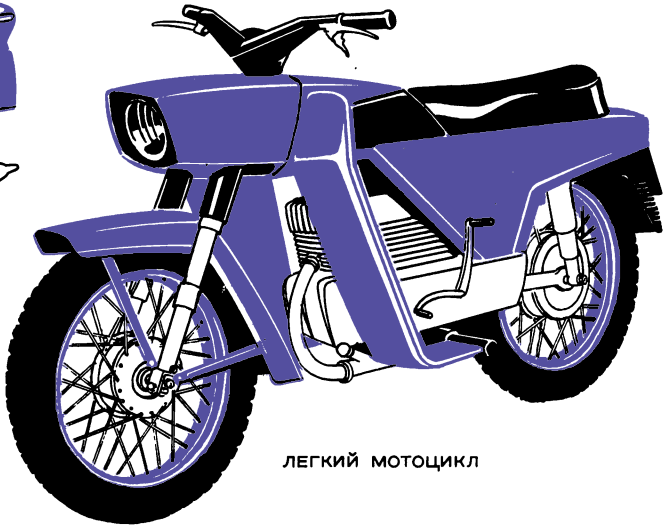


13. НЕСУЩИЙ КУЗОВ И РАМА

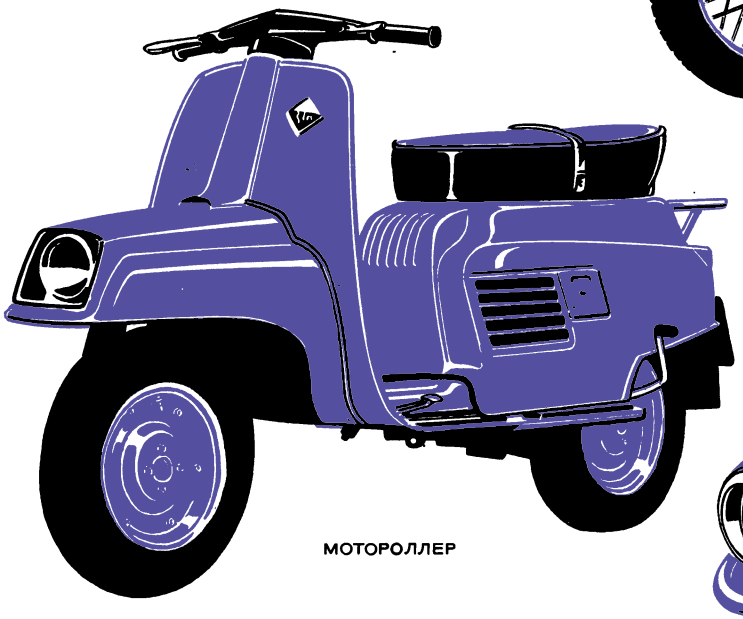
МОТОЦИКЛЫ И МОТОРОЛЛЕРЫ



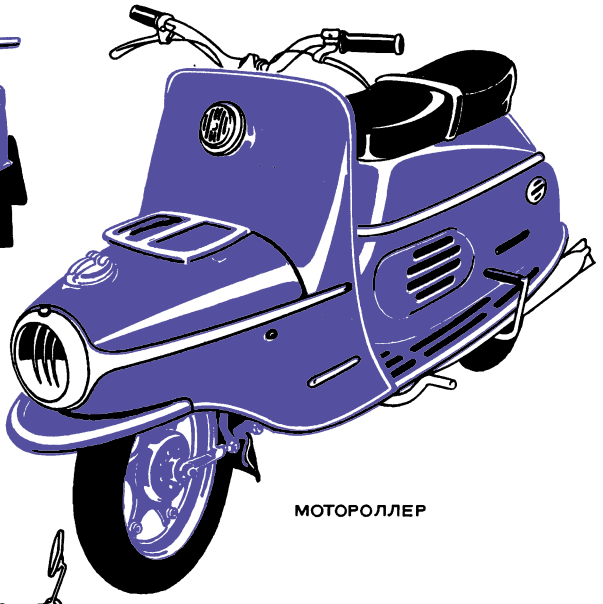
МОПЕД



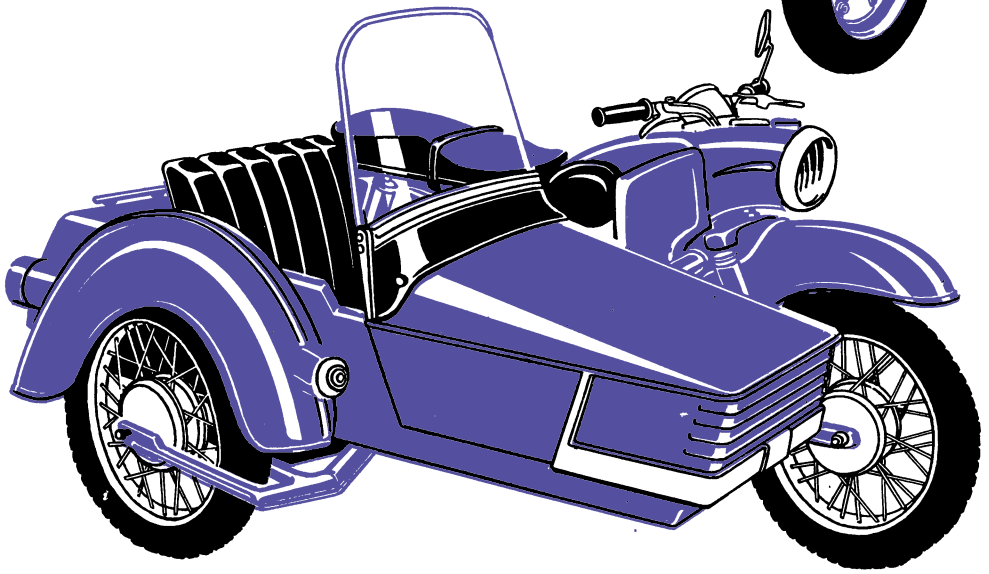
ЛЕГКИЙ МОТОЦИКЛ



МОТОРОЛЛЕР



МОТОРОЛЛЕР



МОТОЦИКЛ
С КОЛЯСКОЙ

Чтобы прервать передачу вращения, водителю нужно, нажав педаль сцепления, отодвинуть диск от маховика. (Движение педали передается гидравлической системой.) Теперь ведущий вал коробки уже не вращается вместе с валом двигателя, и можно без труда переключить передачи. Можно также, если надо ненадолго остановиться, придать коробке положение холостого хода, когда ни одна из муфт не введена в сцепление ни с одной из шестерен. После переключения водитель отпускает педаль и пружины снова прижимают диск к маховику. Во время переключения автомобиль катится по инерции.

Закончив изучение силовой передачи (трансмиссии), осмотрим автомобиль изнутри. Нажмите кнопку дверной ручки и займите в кабине место рядом с водителем. Внимательно осмотритесь. Перед водителем — рулевое колесо, рычаги, педали и кнопки. Под его ногами — слева направо — педали сцепления, тормоза и подачи топлива. Под рулем — рычаг перемены передач, а под щитом приборов — рычаг стояночного (ручного) тормоза. Педаль сцепления водитель нажимает левой ногой. Правая нога во время движения находится на педали подачи топлива. Если нужно увеличить скорость, на педаль нажимают посильнее. Когда необходимо замедлить ход, нажим на педаль уменьшают, а для торможения или полной остановки переставляют ногу на соседнюю тормозную педаль. Рычаг стояночного тормоза водитель тянет на себя, когда нужно остановить автомобиль на склоне или оставить его без присмотра. Слева от педали сцепления — кнопка. Она служит для переключения света фар с «дальнего» на «ближний», чтобы не ослеплять водителей встречных машин.

На щите приборов один большой и четыре маленьких циферблата. Стрелка на большом циферблате показывает, с какой скоростью идет автомобиль; у стрелок маленьких свои задачи: они отмечают, сколько бензина в баке, как расходуется электроэнергия, какая температура воды в системе охлаждения двигателя, каково давление в системе смазки. А рядом с циферблатами — замок зажигания, объединенный с включением стартера, и несколько кнопок. Они служат для включения разных ламп стеклоочистителя, обогревателя кузова, радиоприемника, для регулирования состава и количества горючей смеси, поступающей в двигатель.

Рычаги и педали (кроме педалей сцепления и тормоза) связаны с подчиненными им механизмами через тяги и тросы. Подвинется педаль или рычаг — вслед за ними переместится тяга или натянется трос. А это в свою очередь вызовет поворот одной из заслонок карбюратора, или раздвинет и прижмет к тормозному барабану колодки стояночного тормоза, или передвинет муфты в коробке передач.

Привод к рабочим тормозам в виде тяг был бы очень неудобным: ведь передние колеса поворачиваются вместе с тормозными барабанами. Здесь нужен гибкий привод, например резиновые трубки, заполненные вязкой жидкостью (смесью масла и спирта). Одним концом они присоединены к главному тормозному цилиндру около педали, а другим — к рабочему цилиндру у каждого колесного тормоза.

Нажимая педаль, водитель передвигает поршень в главном цилиндре. Жидкость наполняет трубки, и под ее давлением поршеньки в рабочих цилиндрах расходятся. Они раздвигают колодки тормозов и прижимают их к внутренней поверхности вращающихся вместе с колесами барабанов. Между накладками на колодках и барабанами возникает трение. Накопленная при движении энергия расходуется уже не на вращение колес, а на трение, и автомобиль замедляет ход, а затем и останавливается. Когда торможение прекращается, поршеньки сходятся, жидкость возвращается в главный цилиндр, колодки снова стягиваются пружинами. Такая же система привода применена для выключения сцепления.

Чтобы продолжить осмотр «Москвича», нам надо выйти из кабины. Вот колеса. Они насажены на оси и привернуты гайками к шпилькам тормозных барабанов. Эти гайки и большую гайку на конце можно увидеть, сняв хромированный колпак колеса.

Каждое колесо имеет свою отдельную ось. Мы уже знаем, что задние колеса вращаются вместе с полуосями заднего моста. Полуоси покоятся в подшипниках кожуха, или картера. Задний мост — это узел, в который входят картер, полуоси, передаточные шестерни, задние колеса и тормоза. Оси же передних колес не вращаются. Колеса отделены от оси подшипниками и вращаются на них свободно.

Ось каждого переднего колеса составляет одно целое со сложной кованой деталью — стойкой подвески. Стойка прикреплена на шарнирах к верхнему и нижнему качающимся рычагам подвески. Рычаги крепятся (также на шарнирах) к поперечине, а поперечина — к кузову. Вид рычагов и стоек спереди

напоминает параллелограмм. Когда колесо колеблется на неровностях дороги, рычаги качаются и параллелограмм как бы складывается. Но перемещение его сторон ограничено, так как между нижним рычагом и поперечиной вставлена сильная пружина. Каждое колесо поднимается и опускается независимо от другого. А кузов при этом остается на одном уровне: пружина поглощает и ослабляет толчки колеса, передаваемые на кузов. Такая подвеска называется независимой, параллелограммной или рычажно-пружинной.

При повороте машины налево или направо оба передних колеса поворачиваются (согласованно друг с другом) вокруг невидимых осей, проходящих через центры шарниров стойки. От стоек колес отходят поворотные рычаги, соединенные поперечной тягой. Чтобы водитель мог управлять колесами, поперечная тяга связана с рулевым колесом через короткий рычаг (сошку), рулевой механизм и рулевой вал. Поворачивая рулевое колесо, например, против часовой стрелки, водитель перемещает конец сошки вправо. Одновременно перемещается вправо поперечная тяга. Ее левый конец тянет левое колесо, а правый толкает правое. Оба колеса поворачиваются влево.

Снизу к кузову на длинных гибких стальных полосах — рессорах — подвешен картер заднего моста. Рессоры выполняют ту же функцию, что и пружины передней подвески,— защищают кузов от колебаний колес на неровностях дороги. Кроме того, они передают кузову так называемые толкающие усилия от заднего моста.

Внутри пружин передней подвески и около рессор мы видим черные трубки. Их верхние концы присоединены к кузову, а нижние — к рычагам подвески и к заднему мосту. Это телескопические амортизаторы. Нижний стакан амортизатора плотно входит в верхний; оба они заполнены вязкой жидкостью. Внутри нижнего стакана сделана перегородка с большим и малым отверстиями. Большое отверстие перекрыто клапаном, который пропускает жидкость только из верхнего стакана в нижний.

Когда колесо наезжает на бугор, рессора или пружина сжимается. нижний стакан вдвигается в верхний и жидкость перетекает вниз. Но вот колесо опускается. Теперь клапан закрыт, и жидкость медленно просачивается через маленькое отверстие, тормозя опускание нижнего стакана и сдерживая рессору. Не будь амортизатора, рессора совершила бы после толчка еще несколько затухающих колебаний и кузов раскачивался бы некоторое время даже на ровной дороге.

Механизмы «Москвича» смонтированы на кузове. Кузов несет их на себе, так же как и полезную нагрузку — пассажиров. Поэтому его называют несущим кузовом, в отличие от кузовов грузовых и некоторых больших легковых автомобилей, у которых механизмы установлены на особой раме (в этом случае всю механическую часть автомобиля называют шасси). Несущий кузов есть не только у «Москвича». На кузове собраны также механизмы «Запорожца», «Волги» и большинства автобусов. Прочная стальная оболочка несущего кузова не только защищает пассажиров, но и несет нагрузку. Это позволяет облегчить автомобиль — обойтись без рамы. К грузовым автомобилям трудно применить несущую конструкцию кузова, так как у них нет общей жесткой оболочки. К раме (т. е. на шасси) кабина, платформа, крылья, облицовка радиатора крепятся в этом случае отдельно.

Мы уже говорили о колесах, но не уделили внимания важнейшей их части — шине. Ее назначение — обеспечивать сцепление колеса с дорогой и поглощать толчки от мелких неровностей. Наезжая, например, на камень, шина проминается, сжимая находящийся внутри нее воздух. Толчок от камня передается на колесо и далее на подвеску и кузов ослабленным.

Сейчас применяют шины двух видов.

Присмотритесь к ободу колеса. Если из отверстия в ободе свободно высовывается клапан — вентиль шины, значит, на обод надета шина с камерой. Если вентиль плотно привернут к самому ободу, значит, шина бескамерная. В первом случае воздух заключен в кольцеобразную камеру из тонкой резины, которую покрышка предохраняет от повреждений. Во втором случае покрышка играет сразу две роли. Ее края очень плотно прижаты к ободу, и воздух не может просочиться.

Такое упрощение конструкции шины стало возможным после достижения большой точности в изготовлении шин и ободов. Это очень выгодно. Во-первых, шина облегчается. Во-вторых, она не выходит полностью из строя в случае прокола. Если из проколотой камеры воздух выходит через зазоры между покрышкой, камерой и ободом, то из проколотой бескамерной шины он может выйти только через маленькое отверстие прокола; к тому же это отверстие закрывает сам виновник прокола, например гвоздь. В-третьих, бескамерная шина менее

подвержена нагреву во время движения — нет трения между камерой и покрышкой, а обод, непосредственно соприкасающийся с воздухом, хорошо отводит тепло.

Управлять «Москвичом», мчащимся со скоростью 80, а то и 120 *км/час*, ощущать власть над десятками лошадиных сил мощности двигателя, видеть через ветровое стекло новые и новые картины — как это увлекательно! И главное, доступно всем. Новичок быстро усваивает все приемы управления и, становясь постепенно опытным водителем, управляет автомобилем почти автоматически. Но учиться водить автомобиль можно только под наблюдением опытного инструктора.

Роль водителя, конечно, не только в том, чтобы «вертеть баранку». Есть у него и другие обязанности и перед поездкой, и после нее. Чтобы автомобиль долго, бесперебойно и надежно работал, за ним нужен уход. Перед поездкой необходимо проверить, есть ли в баке бензин, в радиаторе — вода, в картере двигателя — масло; каково давление в шинах; исправны ли все лампы и сигналы; плотно ли соединены трубопроводы; как действуют тормоза. А по возвращении в гараж следует вновь осмотреть автомобиль, устранить неисправности, помыть машину.

Но и это не все. Через каждые несколько тысяч километров пробега автомобиль надо осмотреть более основательно. Сроки таких проверок записаны в инструкции по уходу за автомобилем. Взгляните на счетчик — не пора ли проверить зазоры клапанов, состояние карбюратора и приборов зажигания, свободный ход педалей сцепления и тормоза, затяжку рулевых тяг? Не нужно ли подтянуть все соединения и места крепления приборов, смазать автомобиль, сменить масло в картере двигателя?

Чтобы облегчить водителю заботы об автомобиле, в гаражах и на станциях обслуживания устроены смотровые ямы, эстакады и подъемники, есть также моечные машины, компрессоры для накачки шин, пылесосы, приспособления для смазки. С таким оборудованием можно за 1—2 часа проделать все необходимые работы по периодическому техническому обслуживанию автомобиля, а то и сменить неисправные механизмы и детали. И автомобиль поступит в ваше распоряжение «умытый», «подтянутый», смазанный, готовый к новым сотням и тысячам километров пробега.

Автомобильные дороги

До того как появились автомобили, дороги строили в расчете на сравнительно тихоходные и легкие повозки. Это были булыжные, гравийные и проселочные дороги. С распространением автомобилей возникла необходимость в дорогах, рассчитанных на безопасное движение большого количества быстроходных тяжелых машин.

Современная автомобильная дорога — это сложное транспортное сооружение. Она снабжена сигнальными знаками и указателями, наклонными виражами на поворотах, мостами вместо перекрестков, заправочными и обслуживающими станциями через каждые 100—200 *км*.

Дороги делятся на четыре класса. Дорога IV класса — это спрофилированный грунтовой путь, повторяющий обычно рельеф местности. При прокладывании дороги III класса сначала строят специальное земляное полотно, чтобы выровнять рельеф местности. Затем на это полотно укладывают покрытие из булыжника, щебня, гальки, пропитывая его иногда битумом или дегтем.

ГИГАНТ СТРОИТ ШОССЕ

Дорожники назвали его «Гигантом». А на Карачаровском механическом заводе Главмосстроя, где его придумали и создали, он имеет очередной номер — Д-539. И зовут его там обыденно: бетоноукладчик.

...Самосвалы подвозят бетонный раствор и выгружают его строго по оси будущего шоссе. «Гигант» опускает передний отвал, похожий на нож бульдозера, — и пирамиды бетона перед бетоноукладчиком быстро исчезают. Они превращаются в серую ленту двухметровой ширины и выходят через задний отвал. Здесь разравнивающие лопатки расширяют двухметровую ленту на все полотно дороги.

«Гигант» идет вперед без остановок. И пока виброутюг проглаживает и уплотняет уже забетонированный участок шоссе, машина разминает новые порции раствора, подвезенные самосвалами. Иногда, очень редко, бетоноукладчик Д-539 случайно уклоняется от осевой линии дороги. Тогда специальное следящее устройство автоматически подправляет курс машины.

За 60 минут «Гигант» укладывает шестьдесят метров бетонированного шоссе. Один метр в минуту. Пока еще нет более быстрой машины для бетонирования дорог.

Дороги II и I классов покрывают асфальтобетоном или цементобетоном. Повороты на них имеют большие радиусы, уклоны незначительные. По дорогам этих классов машины могут двигаться с большой скоростью в любое время года, одновременно в несколько рядов. Такие дороги проложены от Москвы к Ленинграду и Минску, в Крым, Поволжье, на Кавказ. Соединяют они и другие крупные города нашей страны.

Вдоль дорог, по обеим сторонам прорыты продольные канавы—кюветы для отвода воды.

Примером современной автомобильной дороги может служить московское кольцо длиной 109 *км*, опоясывающее столицу и пересекающее 24 радиальные шоссейные магистрали, которые ведут в город. Благодаря «кольцу» десятки тысяч грузовых автомобилей и автобусов ежедневно объезжают Москву, минуя и без того заполненные машинами городские проезды. Не выезжая за пределы кольца, водитель может заправить машину бензином, произвести ее ремонт на станции обслуживания, пообедать и отдохнуть в гостинице для автомобилистов — мотеле.

Полотно кольцевой дороги разделено зеленым газоном на две полосы для движения в разных направлениях. А каждая из этих полос в свою очередь делится специальной линией надвое. Получается четыре полосы: по двум автомобили движутся в одну сторону, по двум— в другую. Причем по крайним идут грузовые автомобили и автобусы, а по средним — легковые (во время обгона по этим полосам могут ехать любые машины).

Пересечения кольцевой дороги с радиальными шоссе напоминают, если смотреть на них сверху, цветок с четырьмя круглыми лепестками. Эти «лепестки» и связывают кольцевое и радиальное шоссе. Сами же дороги не пересекаются: одна из них проходит над другой по мосту-путепроводу.

Вдоль края покрытия дороги положены ребристые бетонные плиты. Если водитель отвлечется и машина приблизится к краю дороги, то правые колеса автомобиля покатятся по ребрам. Резкая тряска машины послужит водителю сигналом: край дороги слишком близок.

В США и в некоторых странах Европы, где автомобилей особенно много, есть дороги с шестью и восемью полосами движения, а в городах— пересечения на трех и четырех уровнях.

Сложность сооружения таких дорог вполне оправданна. Двигаясь с большой скоростью по хорошим дорогам, автомобили расходуют относительно мало топлива, хорошо сохраняются, быстрее перевозят грузы. За 2—4 года расходы на строительство современных автодорог полностью окупаются.

Посредине автомобильной дороги или улицы (если нет разделяющего газона) проходит осевая линия. Она делит встречные потоки автомобилей. Линии «стоп», указатели пешеходных переходов подсказывают водителю, где остановить автомобиль перед перекрестком, где быть особенно осторожным. Пешеходам предоставлены «островки безопасности», площадки около остановок транспорта. Здесь автомобилям проезд не разрешен. Для остановок автомобилей отведены особые места.

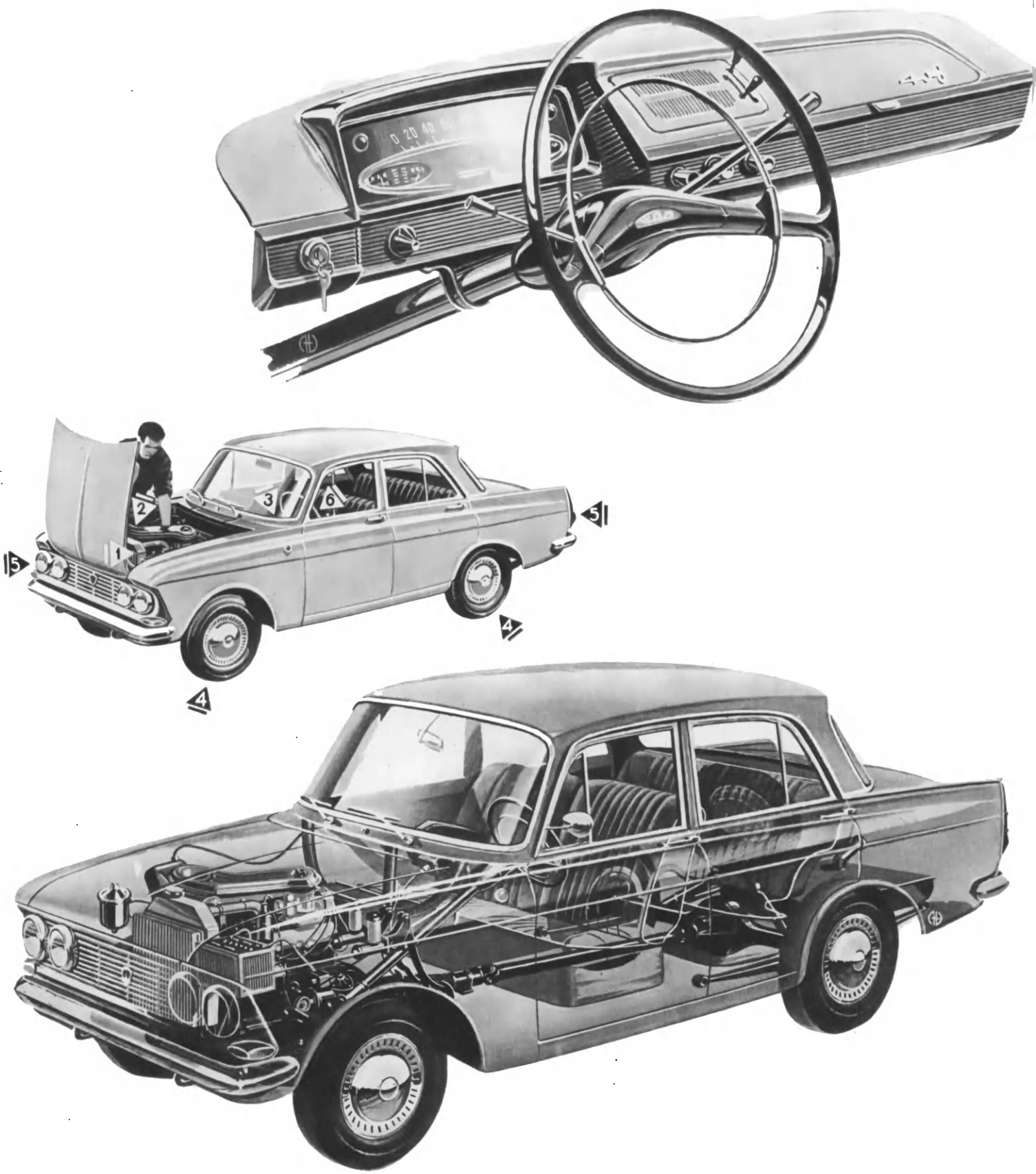
На перекрестках движение автомобилей регулируют светофоры. Они имеют три или четыре фонаря. Свет в зеленом фонаре означает «путь свободен»; свет в красном — «проезд запрещен»; желтый свет предупреждает о перемене сигнала. Стекло четвертого фонаря имеет вид стрелки: она разрешает (если фонарь горит) поворот влево или вправо.

В последнее время появились улицы и дороги, где автомобили «сами» управляют светофорами. Перед перекрестком автомобиль пересекает контактную полосу или «поле зрения» фотоэлемента и включает себе зеленый свет. Тому, кто подъехал к перекрестку в поперечном направлении хотя бы на секунду позднее, придется остановиться перед красным сигналом. Распространены магистрали с «зеленой волной», где на каждом следующем светофоре зеленый свет автоматически включается к моменту приближения к нему потока машин, двигающихся от предыдущего светофора с установленной скоростью.

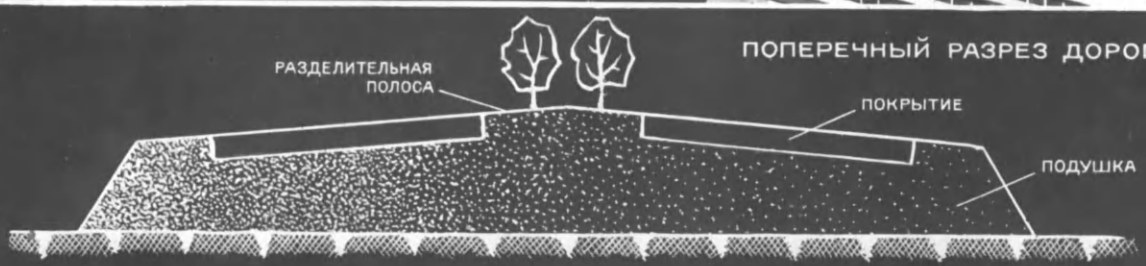
Над улицами и по сторонам дорог подвешены или установлены сигнальные знаки с условными обозначениями и надписями. Они предупреждают водителя о приближении к опасному месту (желтые треугольные знаки), запрещают проезд, стоянку, остановку или ограничивают скорость (желтые круглые знаки), указывают разрешенное направление движения (белые стрелы на голубом фоне).

Линии на мостовой, эстакады и тоннели, светофоры и сигнальные знаки оберегают автомобилистов и пешеходов от опасности и дают возможность автомобилям двигаться быстро.

Советский малолитражный автомобиль «Москвич-408». *Внизу* — схема устройства автомобиля. *В середине* — стрелками показан порядок ежедневного осмотра машины: достаточно ли воды в радиаторе *(1)*, масла в картере двигателя *(2)*, бензина в баке *(3)*, хорошо ли накачаны шины *(4)*, исправлены ли фары и фонари *(5)*, в порядке ли руль и тормоза *(6)*. *Вверху*—щит приборов и руль.


1
2
3
4
5
6

МОТЕЛЬ


ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРЕЗ ДОРОГИ
РАЗДЕЛИТЕЛЬНАЯ ПОЛОСА
ПОКРЫТИЕ
ПОДУШКА

АВИАЦИОННЫЙ ТРАНСПОРТ

МАШИНЫ НАШЕГО НЕБА

Соколами принято называть летчиков — хозяев неба. Сокол — красивое, звучное «звание». Его до сих пор присваивают покорителям воздушного океана, хотя еще в первой четверти XX в. люди обогнали соколов в полете. Официальный рекорд скорости, поставленный в 1920 г.,— 320 *км/час*. А самому быстрому из живых летунов — соколу-сапсану — никогда не удавалось развить скорость, большую чем 300—315 *км/час*.

В наше время даже пассажирские самолеты успешно летают с тысячекилометровыми скоростями. А реактивные истребители — самые быстроходные самолеты — давно уже перегнали звук. 3000 *км/час* — официальное рекордное достижение!

Почему, однако, разговор об авиации начинается со скорости полета? Потому, что скорость, дающая авиации возможность быстро преодолевать расстояние между странами и народами, делать далекое близким, в первую очередь определяет ценность летательных машин, созданных мечтой и гением человека.

Мечтой? Да, мечтой! Авиация началась с мечты. Задолго до того, как были открыты естественные законы, позволившие построить первый, самый примитивный летательный аппарат, человек сложил легенду об Икаре. Мечта дала юноше Икару крылья из птичьих перьев, она подняла его к солнцу... Само название летательной машины — с а м о л е т — появилось сначала в сказках (вспомним ковер-самолет) и только много-много позже легло строгой подписью на листы инженерных чертежей.

А теперь самолеты днем и ночью идут по сотням трасс, перебрасывая на огромные расстояния миллионы пассажиров и тысячи тонн грузов. Самолет стал рабочей машиной. Никого больше не удивляет эта машина, никого не приводит в трепет; более того, для жителя Чукотки или Камчатки воздушный корабль куда привычнее троллейбуса или трамвая.

Все крупные города нашей страны связаны аэролиниями, по которым пассажиров перевозят совершенные мощные и скоростные машины.

Этот «цветок» с четырьмя «лепестками» — пересечение московской кольцевой дороги и радиального шоссе. Здесь есть все для удобства автотуристов: мотель, бензозаправочная станция. *Внизу* — профиль дороги. Вы видите, что она имеет скосы, а посредине — зеленую зону.

Однако, желая познакомиться поближе с крылатой машиной, мы не будем сразу подниматься на борт многоместного воздушного лайнера. Рассмотрим сначала самолет попроще.

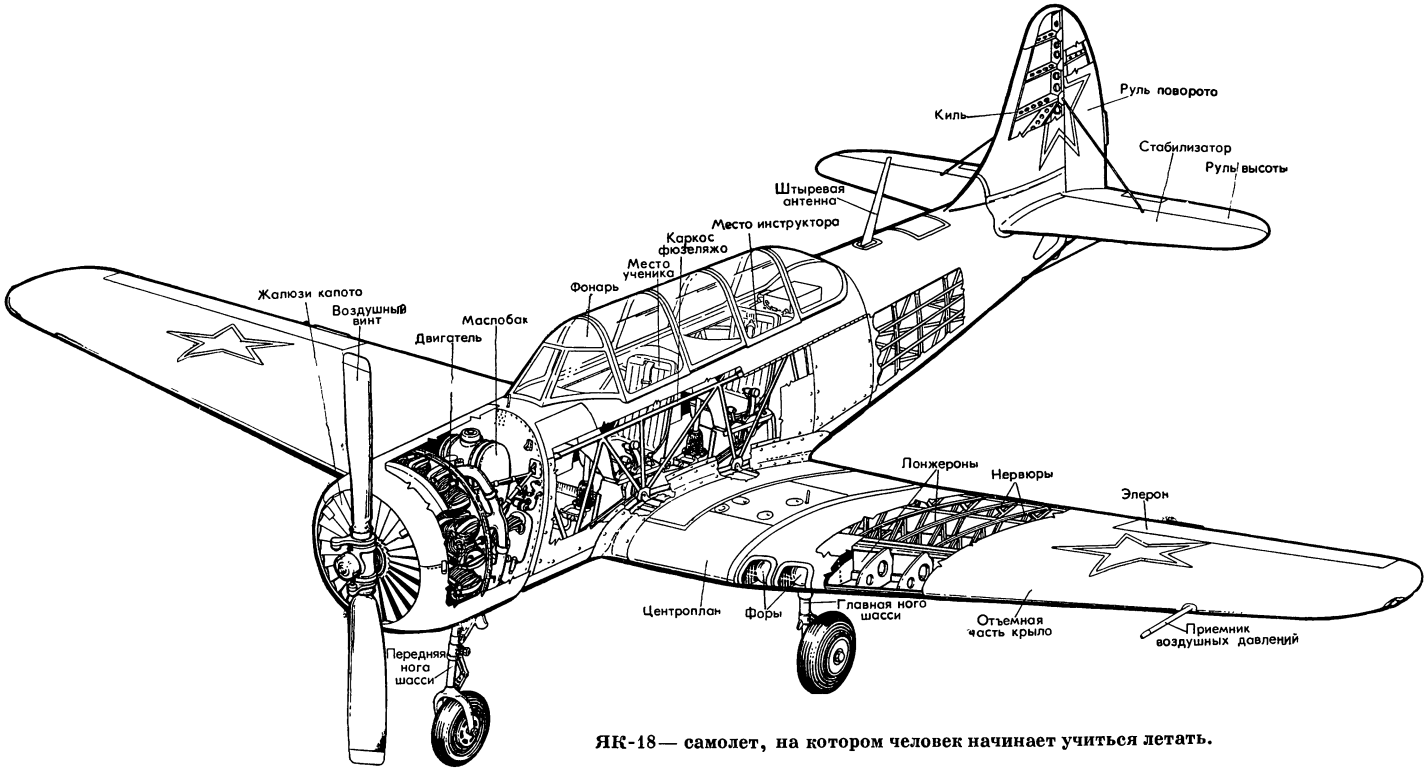
Сложное начинается с простого

Начнем знакомство с того самолета, на котором делают свои первые «шаги» в воздухе наши будущие летчики. Это небольшой винтовой самолет конструкции А. С. Яковлева — ЯК-18. Поднимается он на высоту до 4 тыс. *м* — это его потолок; за час может пролететь 257 *км*— по теперешним понятиям немного. А если лететь на нем все время по прямой линии, до тех пор пока не будет выработан весь бензин из баков, можно покрыть расстояние в 1000 с лишним километров. ЯК-18 не встретишь на трассе аэрофлота. Это только учебно-тренировочный самолет.

Давайте познакомимся с его устройством. Начнем с ф ю з е л я ж а. Это корпус самолета, к нему крепятся все остальные части конструкции. Он сварен из тонких стальных труб. Бóльшая часть его обтянута особым авиационным полотном, покрытым лаком. Сталь и полотно, примененные в одной конструкции, делают машину прочной и легкой. В центральной части фюзеляжа ЯК-18 расположены две кабины: передняя — для ученика, задняя — для инструктора. В каждой кабине расположены ручки управления, педали, рычаги или секторы управления мотором, множество всяких приборов. В фюзеляже спрятана маленькая радиотелефонная станция, аккумуляторная батарея. К передней части фюзеляжа монтируется особая рама — п о д м о т о р н а я. Она называется так потому, что держит на себе мотор.

Мотор самолета вращает воздушный винт. Винт захватывает воздух, подобно тому как пароходный винт загребает воду, и отбрасывает его назад, создавая тягу, движущую машину. Мотор справедливо называют сердцем самолета. Остановится сердце — и сразу иссякнет источник скорости. А если нет скорости — нет полета. Без мотора могут летать только легкие и тихоходные планеры, имеющие в основном лишь спортивное значение.

К нижней части фюзеляжа прикреплен ц е н т р о п л а н — центральная часть крыль-



ЯК-18— самолет, на котором человек начинает учиться летать.

ев. К нему крепятся съемные части крыльев, или, иначе говоря, плоскости, которые можно снимать при транспортировке самолета, ремонте и т. д.

Каждый мальчишка, конечно, знаком с воздушным змеем — самой простой летающей плоскостью. Самолетное крыло сродни этой нехитрой конструкции, только устроено оно посложнее. Крыло собирается из лонжеронов (основные продольные несущие балки), нервюр (поперечные элементы), стрингеров (продольные элементы) и обшивки. Основной строительный материал крыла— дюралюминий и авиационное полотно. В полете крыло создает подъемную силу. И чем больше скорость движения, тем значительнее может она быть. На крыльях расположены также элероны — небольшие подвижные плоскости, которые позволяют накренять самолет вправо и влево или устранять непроизвольный крен.

На заднем конце фюзеляжа размещаются киль и руль поворота, стабилизатор и руль высоты. Все эти важные части вместе называются хвостовым оперением. По конструкции хвостовое оперение очень напоминает крыло: оно тоже собирается из лонжеронов и нервюр, тоже обтягивается дюралевыми листами и полотном. Но назначение его иное. Если бы рули хвостового оперения были неподвижны, самолет мог бы летать только в одном направлении, как самая простая схематическая авиамодель с резиновым моторчиком. Именно подвижные рули позволяют летчику поворачивать и накренять самолет, снижаться и набирать высоту, выполнять сложные маневры. Рули поворота, высоты и элероны составляют систему рулевого управления самолета.

Шасси — самолетные ноги. Они нужны самолету для передвижения по земле на взлете и на посадке. В полете шасси убирают внутрь самолета. Ведь каждая выступающая деталь снижает самое дорогое качество самолета — скорость.

Воздушный лайнер

Перед нами прославленный ветеран пассажирской реактивной авиации ТУ-104, созданный коллективом А. Н. Туполева.

Первое, что замечаешь, глядя на него,— у машины нет винтов. Зато у самых бортов

фюзеляжа, в крыле, расположены обтекаемые гондолы реактивных двигателей. В них рождается тяга, которая на самолете ЯК-18 возникает при вращении воздушного винта. Обтекаемая форма гондол легко вводит в заблуждение—двигатели кажутся не такими уж большими. На самом же деле размеры их весьма внушительны.

Но суть не столько в размерах, сколько в мощности этих машин. Через газовые турбины ТУ-104 проходит до миллиона кубических метров воздуха в час. За 60 минут исполины двигатели сжигают тысячи литров керосина. Их мощность равна общей мощности всех силовых установок, обслуживающих знаменитый московский комбинат «Трехгорная мануфактура».

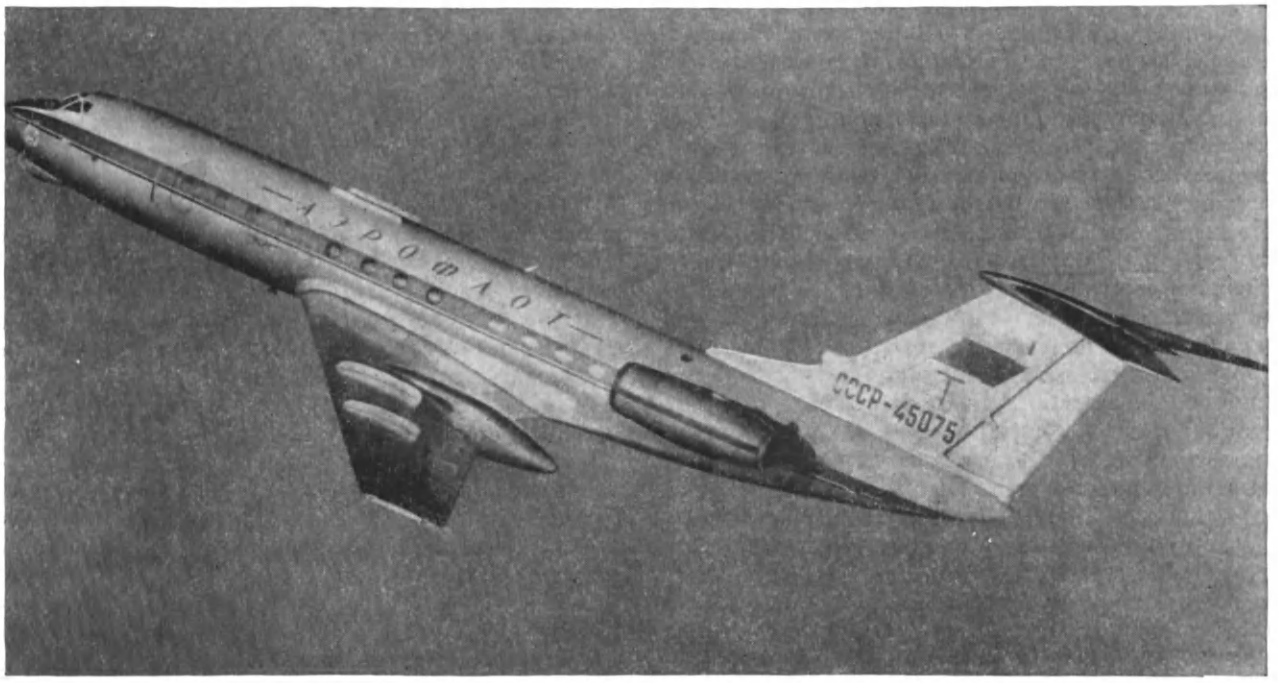
Если заменить реактивные двигатели ТУ-104 старыми, поршневыми моторами, на машине пришлось бы установить не меньше тридцати силовых установок. Но вряд ли такой самолет сумел бы поднять в воздух что-либо, кроме самого себя...

Привлекают внимание скошенные назад стреловидные крылья машины. Такие плоскости позволяют самолету легко развивать скорость до 900 *км/час*, в то время как с прямыми крыльями ТУ-104 вряд ли смог бы лететь быстрее, чем со скоростью 700 *км/час*.

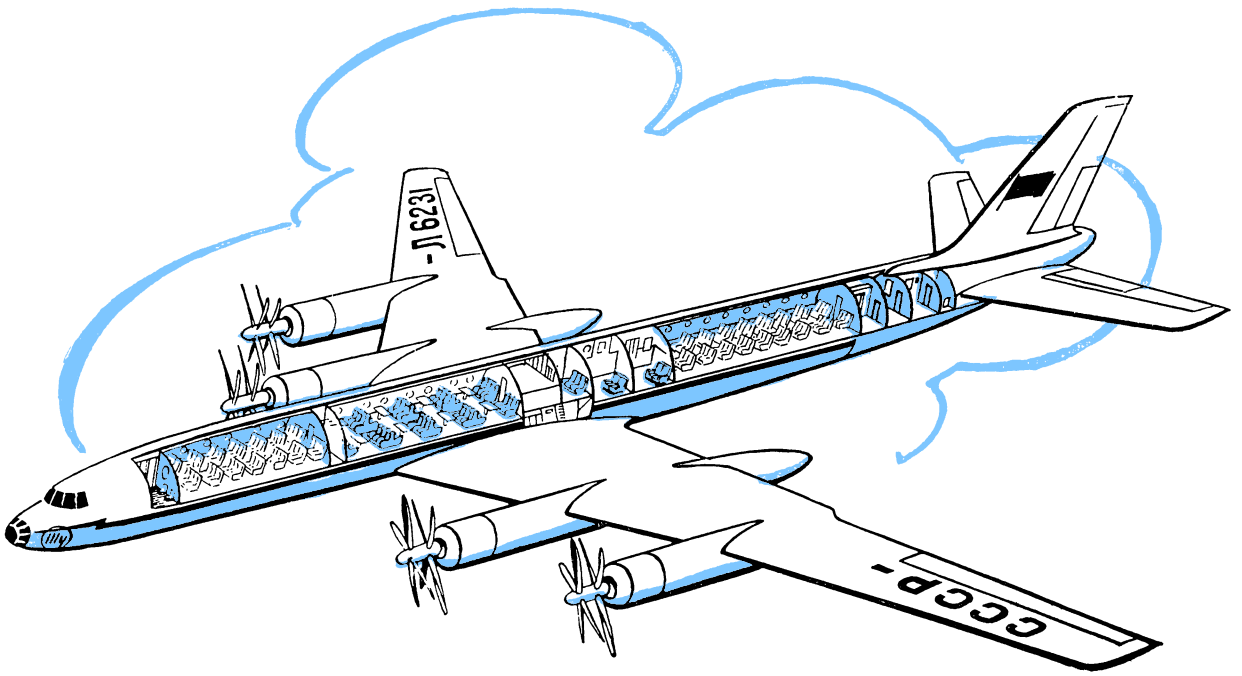
Чтобы представить себе сложность этой машины, стоит, пожалуй, вспомнить, что самолет с трудом удалось «уложить» в 20 тыс. чертежей. Для каждого экземпляра ТУ-104 заводы поставляют 500 радиоламп, 30 тыс. *м* разнообразных проводов и великое множество других материалов. Вместе со стандартными дюралевыми листами толщиной 0,8 *мм* в конструкцию самолета идет тонкая, как бумага, фольга, а между двумя слоями стекла в кабинах заложены особые электропроводные пленки. Стекло от этого не теряет своей прозрачности; зато стоит пропустить по пленкам ток — и оно не замерзнет даже в самый свирепый мороз...

ТУ-104 принимает на борт 100 пассажиров. И надо сказать, что для удобства воздушных путешественников тут сделано решительно все. Вот один пример. Высота, на которой обычно летает ТУ, составляет 10—11 тыс. *м*. На этой высоте воздух очень разрежен. Однако в кабине спецпальные компрессоры все время поддерживают постоянное давление, такое, как на высоте 2400 *м*, а особые установки увлажняют воздух.

...Светло и просторно в кабине экипажа. С сиденья пилота видно далеко вперед и в стороны. Справа от входа расположено



На взлете ТУ-134—младший брат ТУ-104.



ТУ-114 — вместительный и комфортабельный пассажирский самолет. Он может пролететь без посадки до далекого острова Куба.

место бортрадиста. Аппаратура его занимает целый шкаф. Слева помещается бортинженер. Два удобных кресла в середине кабины отданы летчикам: левое — командиру корабля, правое — второму пилоту. В носовой части машины — большой штурманский отсек. Экипаж ТУ-104 располагает решительно всем необходимым для пилотирования машины днем и ночью, в сложных метеорологических условиях.

На ТУ-104 много автоматических устройств. Вот щиток на потолке. Он «глядит» на летчиков зелеными и синими «глазами»— лампочками. Разноцветные лампочки, подмигивая в нужный момент, докладывают экипажу, сколько истрачено топлива и в каком порядке автомат переключает баки. Другой щиток — красноглазый. Он полномочный представитель автомата-пожарного. Если в воздухе на самолете возникнет пожар, автомат доложит летчикам о том, где это произошло, и направит туда пламягасящий состав.

В полете у летчиков есть надежный сменщик — автопилот. Прикажет ему командир корабля, и он точно выдержит заданный курс следования, сохранит нужную высоту и расчетную скорость полета.

Рассказу о ТУ-104 уделено в этой статье так много места потому, что это первая пассажирская реактивная машина, вышедшая на внутренние и международные трассы аэрофлота. Сегодня у ТУ-104 немало «братьев», и с каждым годом будут появляться все новые, более совершенные.

Наши крылатые защитники

К сожалению, в настоящее время даже самые миролюбивые государства не могут обходиться без армий, без мощного вооружения, призванного охранять труд и счастье народа. Вот почему военная ветвь в многочисленной самолетной семье занимает весьма заметное место.

Бомбардировщики. Эти машины принимают на борт бомбовой груз или ракеты. Они способны нести его со сверхзвуковой скоростью на весьма значительные расстояния — практически в любую точку земного шара — и сбрасывать в точно назначенное время на военные объекты врага.

В начале первой мировой войны бомбардировочная авиация поражала противника примитивными железными стрелами и небольшими бомбами. Во время второй мировой войны нагрузка бомбардировщиков измерялась уже

тоннами. В настоящее время бомбардировщики превратились в ракетоносцы. Современный бомбардировочный корабль — это всепогодная машина: ее не могут остановить ни ночь, ни туман, ни облачность (см. ст. «Техника помогает водить самолеты»).

Разведчики. При выполнении боевых операций по уничтожению военных объектов и техники противника необходимо точно знать их расположение и размещение средств ПВО. Эту задачу выполняет особый вид самолетов — разведчики. Современный разведчик — это реактивный самолет, обладающий большой дальностью и высотой полета, летящий значительно быстрее звука. Он оснащен не только фото-, но и специальной телеаппаратурой, которая непрерывно передает все данные разведки на землю.

Истребители. Первое оружие военных самолетов этого типа — скорость и маневренность. Из всех машин, бороздящих небо, истребители самые быстрые и самые маневренные. И это естественно. Ведь задача истребителя — перехватить, нагнать врага, занять выгодную для атаки позицию и уже тогда пускать в ход свое второе оружие — скорострельные пушки и реактивные снаряды. Истребители всегда ищут боя, всегда стремятся навязать свою волю противнику.

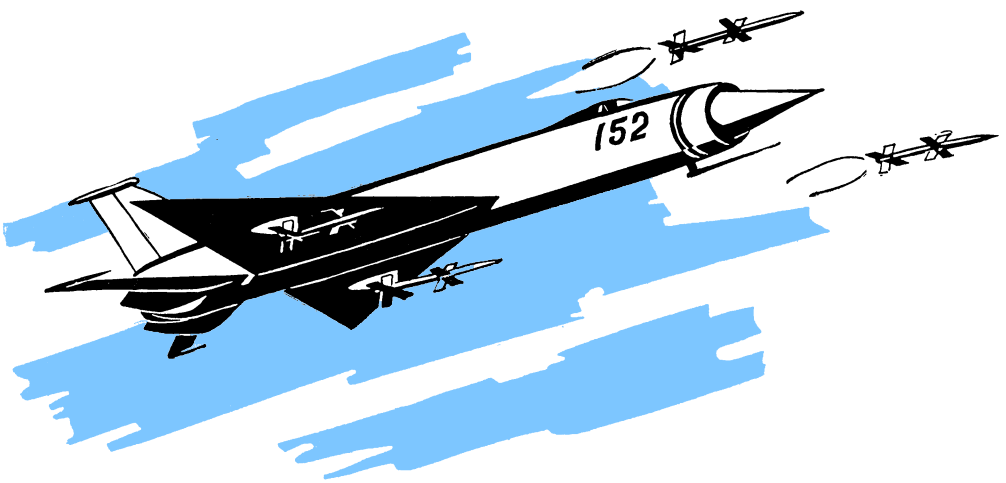
В военно-воздушных силах всех армий есть также немало вспомогательных самолетов — транспортных, десантных, учебно-тренировочных. Однако решающие боевые операции выполняют боевые машины — бомбардировщики-ракетоносцы и истребители.

О военных самолетах, их славной истории и сложном пути развития можно было бы рассказать очень многое. Однако планы наши рассчитаны на мирное развитие. И мы твердо верим, что в ближайшем будущем боевые самолеты всех типов и разновидностей, так и не сбросив ни одной бомбы или ракеты, сойдут с вооружения и уступят взлетные полосы пассажирским воздушным кораблям и вспомогательным хозяйственным машинам.

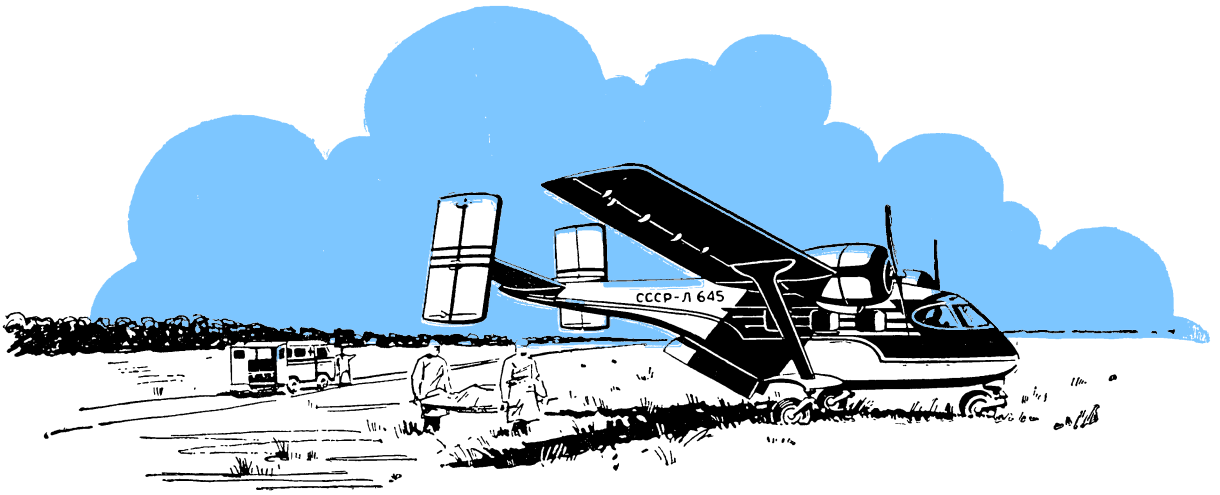
Наши крылатые помощники

Вы видели, как на весеннем поле вместе с ростками полезных растений поднимаются сорняки. Страшное зеленое нашествие, если его вовремя не уничтожить, способно прикончить самые дружные всходы посевов. Справиться с сорняками на огородной грядке просто: повыдергал их — и дело с концом. Но как быть с огромными, на тысячи гектаров раскинувшимися полями? И тут на помощь колхозникам приходит авиация. Летающая машина обрабатывает поле гербицидами — химическими препаратами, уничтожающими сорняки и безвредными для полезных растений.

Союз авиации и химии приносит неисчислимые выгоды земледелию. В нашей стране уже много лет назад была уничтожена саранча, и это прежде всего заслуга авиаторов. Из года в год на саранчу — страшного опустошителя полей в южных районах страны — обрушивались систематические удары с воздуха. И в конце концов саранча исчезла с территории СССР. Летчики ведут теперь борьбу с такими вредителями полей и садов, как черепашка, долгоносик, непарный шелкопряд, яблоневая моль. Помогает авиация бороться с вредителями леса.



Истребитель — самый скоростной и маневренный самолет.



Самолет АН-24 («Пчелка») — «скорая помощь».

А с приближением весны снеговые поля посыпают с воздуха зачерняющим порошком— угольной пылью, сухим торфом или землей. Зачернители наносятся правильными пересекающимися прямыми линиями. Сверху такое поле напоминает огромнейший лист ученической тетради в клеточку. Когда начинает пригревать весеннее солнышко, темные полосы притягивают тепло и тают раньше основного массива. Земля успевает впитать сначала первую порцию влаги, а потом, когда приходит очередь таяния белых снегов, почва снова может «пить» вволю.

Неприхотливые воздушные машины, состоящие на службе в самых различных отраслях народного хозяйства, называют самолетами спецприменения. Они помогают людям многих специальностей.

Точные чувствительные приборы, пронесенные самолетом над неизведанными просторами, указывают геологоразведчикам, где недра притаили залежи железной руды, где они припрятали месторождение урана, где укрыли нефть. А объектив аэрофотосъемочной аппаратуры позволяет во много раз точнее и быстрее, чем топограф-пешеход, нанести на карту береговую черту залива, излучину реки или границу лесного массива...

До последнего времени самолеты помогали метеорологам только исследовать атмосферу, уточнять границы распространения воздушных масс. Теперь наступает новая пора. Метеорологи в содружестве с летчиками получают возможность активно воздействовать на погоду. Найдены способы «обработки» облаков. Например, с помощью сухой углекислоты, вызывающей конденсацию паров, пилоты могут заставить облако пролиться дождем.

Во время путины воздушные разведчики наводят рыболовецкие флотилии на косяки рыбы в открытом море. Дежурные самолеты по первому сигналу радионаведения вылетают на помощь людям, терпящим бедствие.

А сколько лесных пожаров ликвидировали пожарные-парашютисты, сколько тысяч квадратных километров лесов протаксировали (расписали по сортам) «воздушные лесничие»!

И совершенно особое место занимает у нас санитарная авиация.

...Где-то вдали от города заболел человек. Необходима скорая медицинская помощь, может быть, операция, немедленное переливание крови или консультация профессора. Телефонный звонок на авиационную санитарную станцию, и через несколько минут опытный врач отправляется в путь. Летчик санитарного самолета найдет самую отдаленную деревню, небольшой полустанок, стойбище в тундре. Он приземлится буквально на «пятачке», использовав для этого луг, выгон или на худой конец деревенскую улицу.

Авиация специального применения и в мирное время живет по строгому военному распорядку. Дежурят у машин летчики, всегда готовы к срочному вылету врачи, пожарные-парашютисты, лесничие... Здесь каждый день

люди выполняют «боевые задания», здесь ни на минуту не прекращается великое сражение за здоровье и жизнь людей, за плодородие земель и урожайность садов, за сохранность леса и богатые уловы рыбы.

Самолеты возвращаются на аэродром

Аэродромы бывают различные: полевые посадочные площадки, размеченные нехитрым набором белых и красных флажков с полотняным «Т» посредине, обозначающим место точного приземления; более благоустроенные летные поля и, наконец, большие аэропорты с широкими бетонированными взлетно-посадочными полосами и такими же рулежными дорожками, ведущими от места приземления самолета к аэровокзалам и стоянкам или ангарам.

Но тот, кто полагает, что аэродром ограничивается лишь некоторой площадью земли, приспособленной для старта и приземления воздушных машин, глубоко заблуждается. На земле аэродром только начинается. Летное поле окружают пилотажные зоны, зоны слепых и бреющих полетов, зоны ожидания. В этих строго ограниченных пространствах воздуха летчики тренируются в выполнении фигур высшего пилотажа, овладевают самолетовождением по приборам, совершенствуются в полетах на малых высотах. Над аэродромом не летают как попало: хочу — пересекаю полосу приземления поперек, хочу — режу ее наискось, а вздумается не замечать ее — не замечаю вовсе. На каждом аэродроме устанавливается определенный круг полета, строгий порядок захода на посадку, район ожидания (на случай, если диспетчер дает радиокоманду, требующую не спешить с приземлением).

Чтобы обеспечить полную безопасность движения самолетов над аэродромом, каждое летное поле хорошо оснащается радиосредствами. Диапазон применения их чрезвычайно широк (см. ст. «Техника помогает водить самолеты»).

Но аэродром — это не только техника. Здесь трудятся сотни людей, обеспечивая безопасность и надежность полетов. Служба связи дополняется технической службой, отвечающей за исправность материальной части и своевременный уход за машинами; рядом делают свое дело синоптики, составляющие прогнозы погоды. Без горюче-смазочных материалов тоже далеко не улетишь, этим занимается специальная служба. И на каждом летном поле есть свой врач, и свой шеф-повар, и своя пожарная команда. На каждого летающего члена экипажа приходится, пожалуй, не меньше десятка человек из так называемой службы наземного обеспечения. Эти люди всегда встречают и всегда провожают летчиков. Служа на земле, они по праву носят авиационные эмблемы на фуражках.

Без крыльев

Идея полета без крыльев очень давняя. Она родилась, пожалуй, даже раньше, чем идея самолета. Она увлекала гениального Леонардо да Винчи. Известно, что М. В. Ломоносов не только много занимался теоретическими исследованиями в этой области, но и построил модель геликоптера, которую успешно демонстрировал в Петербургской академии наук.

Принцип действия такого летательного аппарата сравнительно прост. Если над фюзеля-

Труженик полей — вертолет КА-18.

жем расположить винт, вращающийся в горизонтальной плоскости и развивающий тягу несколько большую, чем вес машины, аппарат оторвется от земли и будет набирать высоту. Идея проста! Но ее осуществлению долгие годы препятствовали многие трудности.

Трудность номер один: инженеры долго не могли создать такого мощного и в то же время достаточно легкого двигателя, который был бы в состоянии поднимать самого себя. А когда необходимая силовая установка была создана, возникли новые проблемы: надо было тщательно изучить проблему устойчивости вертолетов, создать сложные схемы управления, обеспечить безопасность экипажа на случай остановки двигателя в полете. Все эти препятствия были преодолены. Сегодня вертолеты летают над всеми континентами. Вертолет не заменил крылатую машину — самолет,— но великолепно ее дополнил. Авиация, обогатившись новой машиной, стала еще многостороннее.

Основное преимущество вертолетов в том, что им не нужна специально оборудованная площадка для взлета и посадки. Они поднимаются с «пятачка» и свободно приземляются на него. Вертолет — единственная летающая машина, способная неподвижно висеть в воздухе и передвигаться задним ходом. Удивительная его подвижность объясняется просто. Несущие винты вертолета устроены так, что могут в полете наклоняться вперед, назад, в стороны. Смещая направления силы тяги, летчик выполняет на вертолете самые энергичные повороты.

Наиболее популярны у нас вертолеты «МИ»— детище конструкторского бюро профессора М. Л. Миля — и «КА», названные так по имени конструктора А. И. Камова.

Чтобы познакомиться с устройством вертолета несколько подробнее, взглянем на рисунок-схему весьма распространенной в наше время машины МИ-1. Просторный фюзеляж вертолета, подобно самолетному, собран из лонжеронов, шпангоутов и стрингеров. Обшивка дюралюминиевая. Внутри фюзеляжа расположен мотор, от которого вращение передается и на несущий и на хвостовой винты.

Вертолеты, созданные за последние годы советскими конструкторами,— машины широчайшего диапазона. Среди них есть и такие, в которых свободно помещаются два автомобиля, и совсем крошечные машины, предназначенные, например, для людей, наблюдающих за высоковольтными линиями электропередач.

Вертолеты успешно используются на самых неожиданных, казалось бы, совсем не авиа-

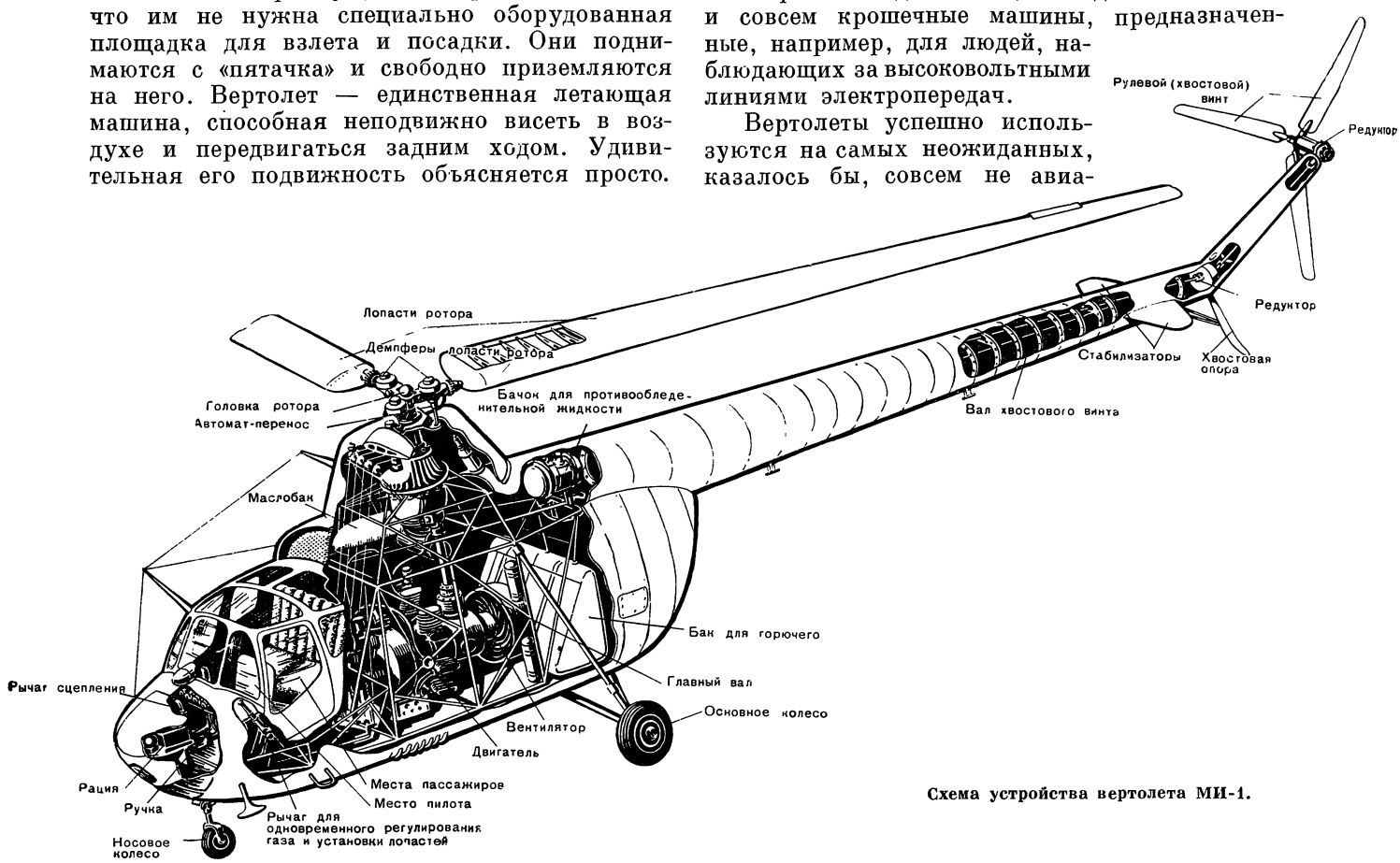


Схема устройства вертолета МИ-1.

ционных работах. Строители тянут новый трубопровод через горы. Надо доставить и уложить трубы на перевале. Без дорог, не опасаясь круч и скал, пролетает над свежей траншеей вертолет и с высоты в несколько метров точно, аккуратно сбрасывает трубу за трубой.

Не так просто водрузить сложную металлоконструкцию на вершине домны. Обычно здесь прибегают к помощи могучего, громоздкого подъемного крана. А что если обратиться к летчикам? Они застропят многотонное сооружение и вертолетом поднимут его к самой маковке домны! Пройдет всего несколько минут — и трудоемкая операция будет завершена.

Первые вертолеты, подобно старым самолетам, оснащались поршневыми моторами. Более поздние конструкции получили уже турбовинтовые двигатели.

Однако вечно живая человеческая мысль не останавливается и на таких высоких достижениях. Дело в том, что вертолеты, обладающие многими существенными преимуществами по сравнению с самолетами, не лишены, к сожалению, и серьезных недостатков. Главнейшая беда этих машин — малая скорость полета. Оснащенные громоздкими винтами, они по природе своей не в состоянии развивать большую скорость. Винт — слишком серьезная для этого помеха. Но и на этот раз конструкторская мысль, напряженно работая над тем, чтобы соединить преимущества вертолета с преимуществами реактивного самолета, победила.

Новая машина уже имеет имя — конвертоплан. Так ее называют во всех странах. Первые полеты конвертоплана дали весьма обнадеживающие результаты. Эта машина может взлетать и садиться, подобно вертолету, вертикально, а в воздухе ведет себя, как обычный реактивный самолет. Конечно, создать надежную машину с отклоняющимися в полете двигателями — задача сложная, но идея такой конструкции прогрессивна.

* * *

Авиация началась с мечты. Авиация и сегодня живет дерзкими мечтами, и бурное ее развитие не останавливается ни на час.

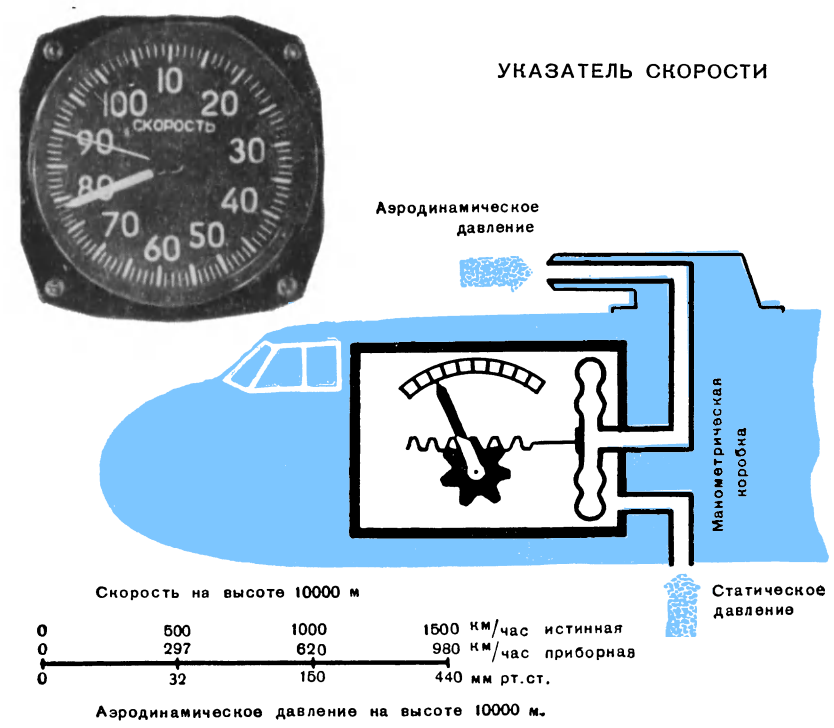
ТЕХНИКА ПОМОГАЕТ ВОДИТЬ САМОЛЕТЫ

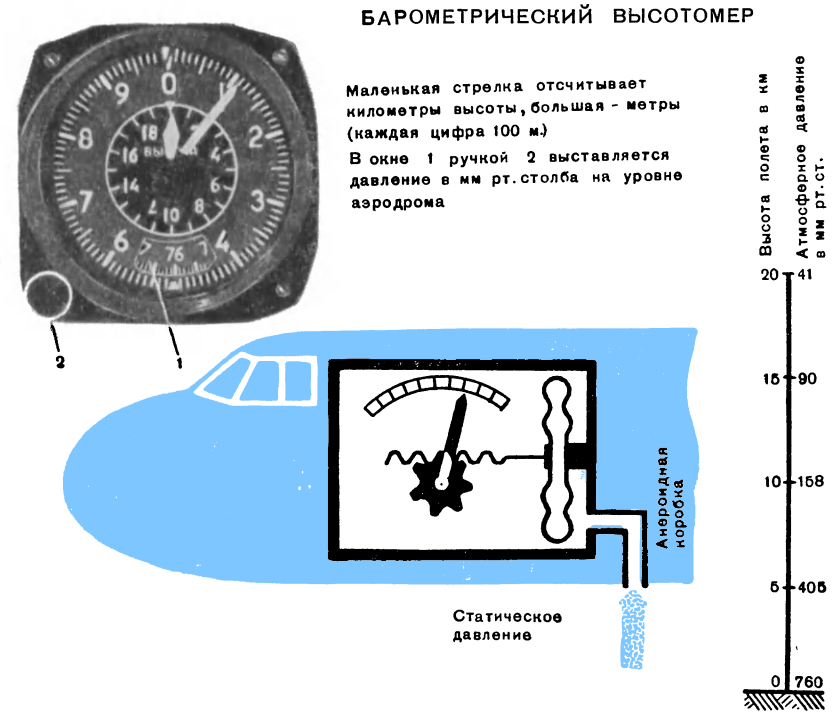
В наши дни самолеты покрывают огромные расстояния. Днем и ночью, при любой погоде они пересекают океаны и континенты, летают с околозвуковой или сверхзвуковой скоростью. Это было бы невозможно, если бы одновременно с развитием основной авиационной техники — самолетов и двигателей — не развивалась бы и техника, которая помогает водить воздушные

С воздуха—под воду.

корабли. Руководствуясь показаниями приборов, экипаж контролирует и регулирует работу двигателей и других механизмов; ориентируется в пространстве; определяет и при необходимости изменяет направление, скорость и высоту полета; с помощью радиостанций он держит связь с землей.

Уже при взлете для летчика важны показания указателя воздушной скорости, определяющего скорость полета



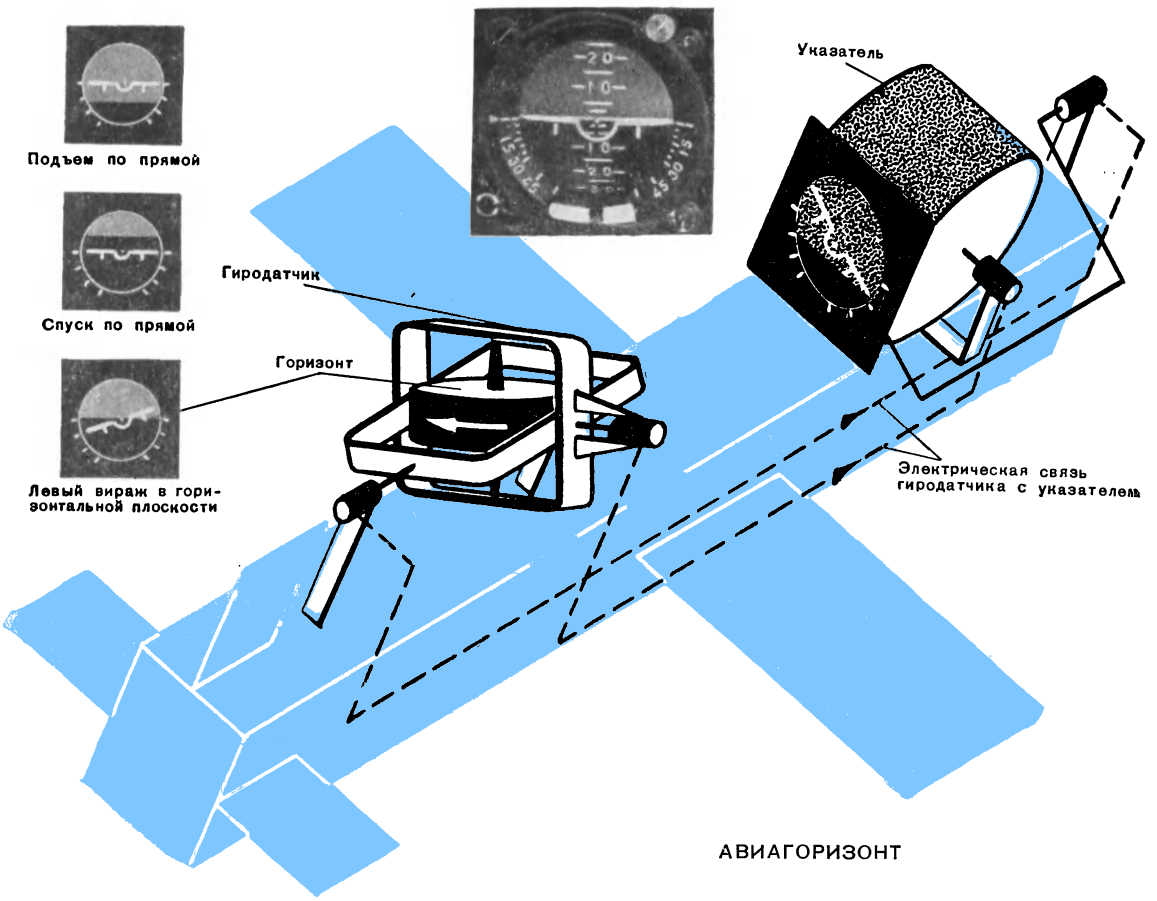


относительно воздуха (приборная скорость). Это манометр, регистрирующий давление встречного потока воздуха — аэродинамическое давление. Чем быстрее летит самолет, тем больше это давление, от величины которого зависит подъемная сила самолета. Поэтому во время разбега на аэродроме летчик следит за широкой стрелкой этого прибора. Когда она дойдет до определенной черты, можно отрывать самолет от земли. В полете летчик также пользуется показаниями этой стрелки.

С высотой плотность воздуха уменьшается. А для определения пройденного расстояния штурман должен знать воздушную скорость полета в той воздушной среде, в которой происходит полет, т. е. с учетом уменьшения плотности воздуха с высотой. Указатель автоматически учитывает это изменение, и узкая стрелка показывает истинную воздушную скорость полета.

На какой высоте летит самолет? Это определяют с помощью барометрического высотомера. Прибор реагирует на изменение атмосферного давления, которое уменьшается с высотой. Разность этого давления на высоте полета и на каком-то исходном уровне, например на уровне аэродрома, и характеризует высоту полета. Но этот прибор не может показать высоту, например, над горами, если неизвестно атмосферное давление над ними. Тут на помощь приходит радиовысотомер, действующий по принципу радиолокации. Измеряется время прохождения радиоимпульса от самолета до земли и обратно и автоматически высчитывается высота полета.

Во время полета важно соблюдать продольно-поперечную



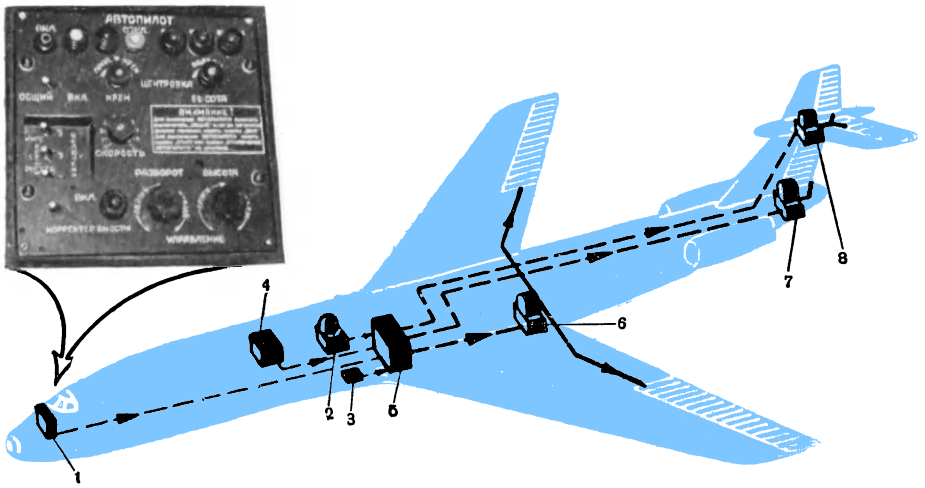
АВИАГОРИЗОНТ

устойчивость самолета — «сохранять горизонт», как говорят летчики. Когда земля видна, это нетрудно. А вот в плохую погоду и ночью ощущение направления силы тяжести в полете теряется. В этом случае летчику помогает авиагоризонт, главная деталь которого — гироскоп. Он напоминает обыкновенный волчок, ось вращения которого имеет свойство всегда сохранять свое положение в пространстве.

Добавление к авиагоризонту — указатель скольжения. Это, по существу, прогнутая трубка, она заполнена жидкостью, в которой помещен тяжелый шарик. При скольжении он отклоняется в сторону, противоположную направлению скольжения. При развороте летчик должен накренять самолет так, чтобы шарик прибора все время находился в центре. Иначе самолет будет скользить вверх, если крен мал, или вниз, если крен велик.

Полет продолжается. Но не сбились ли мы с курса? Перед штурманом воздушного корабля всегда стоят два основных вопроса: как выдержать заданный маршрут полета и где мы находимся? Найти ответы на эти вопросы штурману помогают приборы, которые называются навигационными. В кабинах летчика и штурмана есть приборы, позволяющие сохранять нужное направление полета. Это компасы. Современный авиакомпас, гироиндукционный,—это соединение курсового гироскопа и дистанционного магнитного компаса, работающего на взаимодействии электрического тока с магнитным полем Земли, т. е. на принципе электромагнитной индукции.

Направление полета штурман определяет по карте, измерив угол между меридианом и линией, соединяющей пункты вылета и назначения,— путевой угол. Для дальних полетов маршрут разбивают на участки и находят путевые углы для каждого участка. Но ветер сносит самолет с намеченной линии пути. Поэтому штурман рассчитывает направление полета — курс, который в сумме с углом сноса, т. е. с углом отклонения самолета от линии пути из-за ветра, дал бы необходимый путевой угол. Значит, нужно найти угол сноса.



Автопилот: *1* — пульт управления (предназначен для включения автопилота и управления через него самолетом); *2* — гироагрегат (предназначен для определения курса самолета и его положения относительно горизонта); *3* — блок демифирующих гироскопов (сообщает об угловой скорости и угловом ускорении отклонения самолета относительно трех осей); *4* — корректор высоты (сообщает об отклонении от заданной высоты полета); *5* — агрегат управления; *6*, *7*, *8* — рулевые машины (по сигналам управляют самолетом с помощью сервомоторов).

Есть несколько приборов, помогающих определить этот угол. Когда видимость хорошая, угол сноса можно определить простым оптическим прибором — навигационным визиром, наблюдая на земле снос ориентиров с линии курса. Если же земля не видна, на помощь приходит радиолокационный визир, на экране которого видны изображения земных ориентиров.

Легко вести самолет, когда пункт назначения не очень далеко и там работает радиостанция, а на самолете есть приемник с рамочной антенной — радиокомпас. Если плоскость рамочной антенны перпендикулярна продольной оси самолета и направлению на радиостанцию, стрелка индикатора радиокомпаса будет стоять на нуле. Это значит, что самолет летит к радиостанции. Таким образом, при полете «по золотой стрелке», как любовно называют в авиации полет по радиокомпасу, самолет всегда придет в назначенное место.

Но в далеких маршрутах несколько раз приходится определять местонахождение самолета. Это можно делать разными способами. При полете в облаках, за облаками и ночью используется уже упоминавшийся радиолокационный визир — самолетный панорамный радиолокатор кругового обзора. Антенна локатора, вращаясь, облучает земную поверхность. Отраженные от земли радиоимпульсы, проходя через специальные устройства, дают на экране радиолокатора изображения земных объектов: берега моря, рек, озер, города, которые уже можно сличать с картой.

Для определения местонахождения самолета служат и различные радионавигационные системы. Простейшая из них — радиопеленгационная. Если два приемника с рамочными антеннами настроить на две земные радиостанции, то они покажут направление на них. И местоположение самолета штурман сможет определить по пересечению на карте направлений (пеленгов) на эти земные радиостанции.

Можно и наоборот: пеленговать самолетную радиостанцию наземными станциями — радиопеленгаторами — и передавать штурману либо пеленги, либо непосредственно координаты самолета.

Имеются и другие системы: угломерно-дальномерная — место самолета определяется по направлению на радиостанцию и дальности до нее; дальномерная — по дальности до двух радиостанций; гипер-

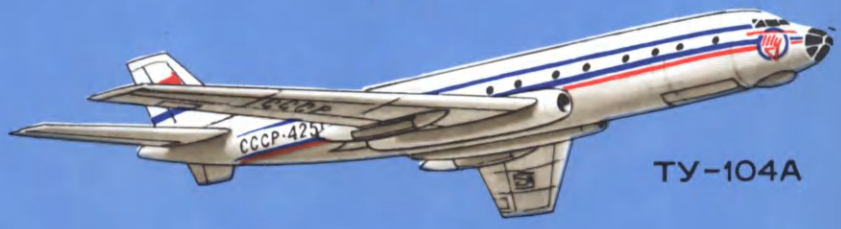
ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНЫХ ТИПОВ СОВЕТСКИХ ПАССАЖИРСКИХ САМОЛЕТОВ

ТИП САМОЛЕТА	Длина в *м*	Размах крыльев в *м*	Взлетный вес в *т*	Крейсерская скорость в *км/час*	Дальность в *км*	Количество пассажиров
ИЛ-62	53	42	154	800	7000	182
ТУ-114	54	51	164	750	7500	220
ТУ-104А	39	34	76	870	3100	70
ИЛ-18	36	37	61	630	5000	100
АН-10	34	38	56	610	2800	100
АН-24	23	28	19,5	475	1000	44
АН-14	11	22	3,4	170	600	7

ТИПЫ СОВЕТСКИХ ПАССАЖИРСКИХ САМОЛЕТОВ

ИЛ-62

ТУ-114



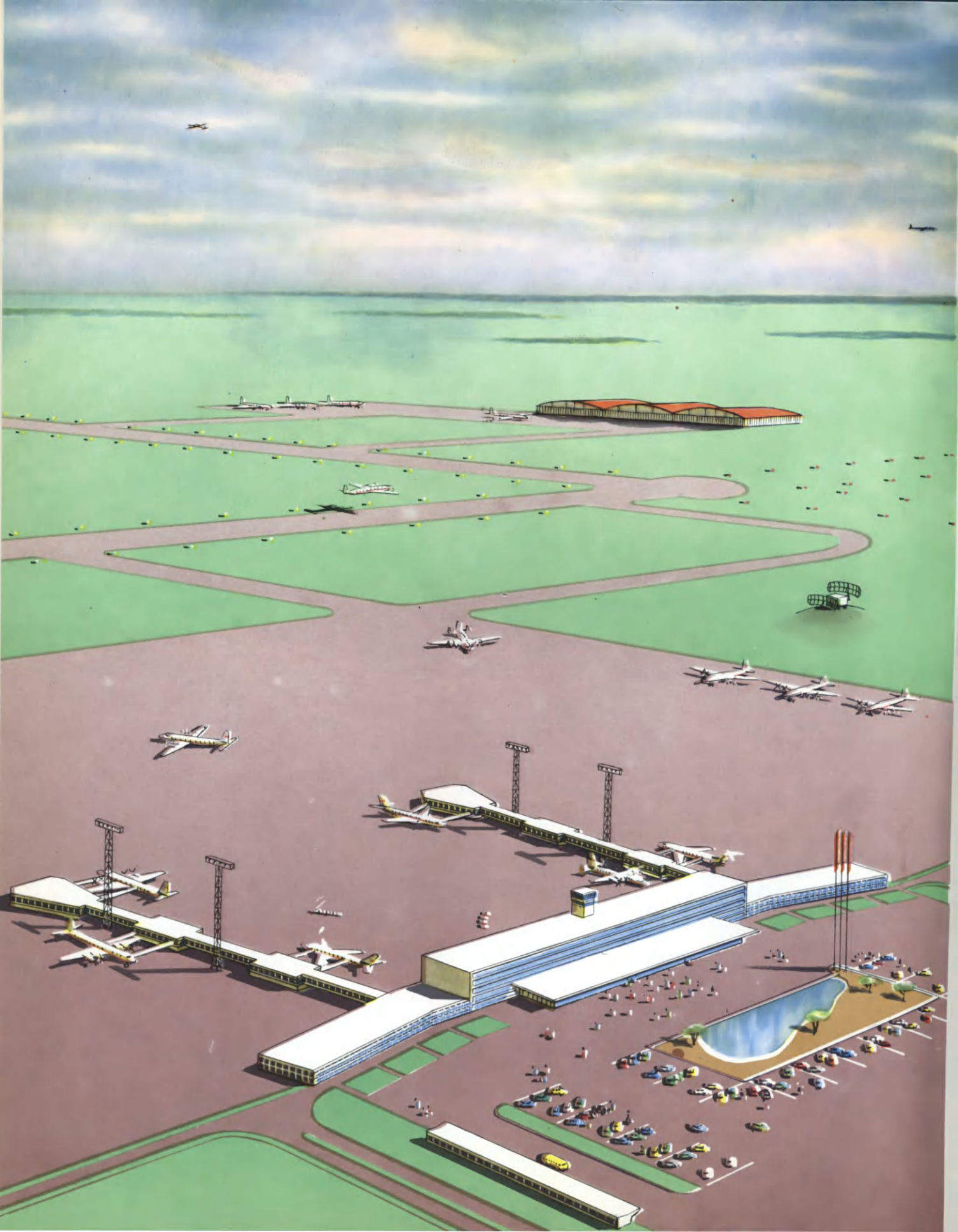
ТУ-104А

ИЛ-18

АН-10

АН-24

АН-14



болическая — по разности расстояний до радиостанций.

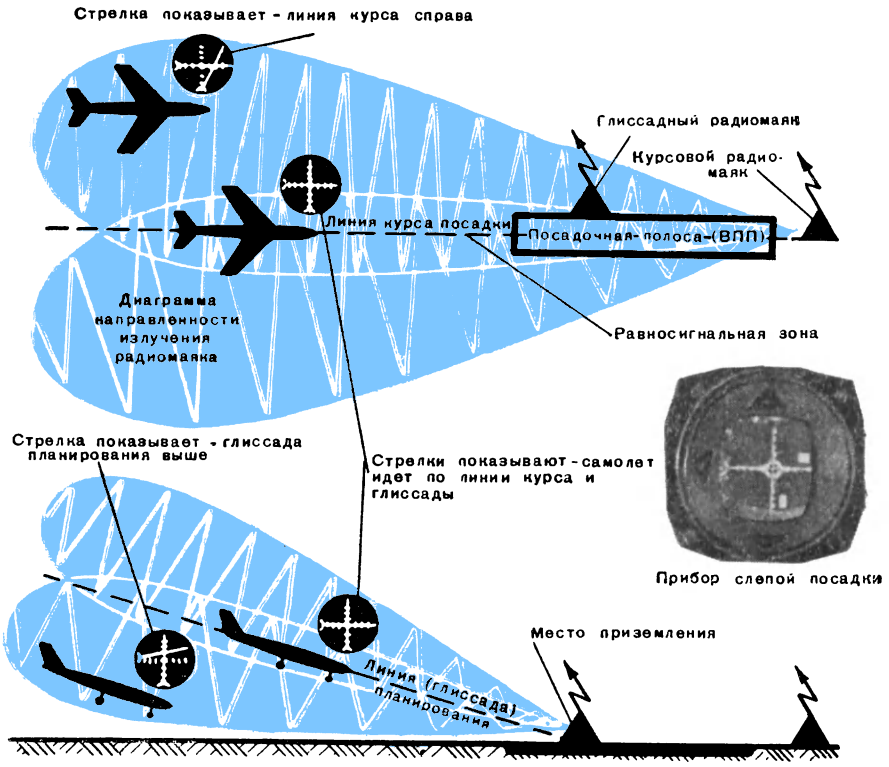
Радиосистемы имеют хотя и большой — до нескольких тысяч километров,— но все же ограниченный радиус действия. К тому же работу любой радиосистемы затрудняют различные помехи. Поэтому в дальних полетах, особенно над океаном, для определения места самолета штурман использует и другие средства.

Астрокомпас позволяет сохранить направление полета, определяя угол между осью самолета и направлением на небесное светило. При этом автоматически вносятся поправки на суточное вращение Земли и изменение географической широты места.

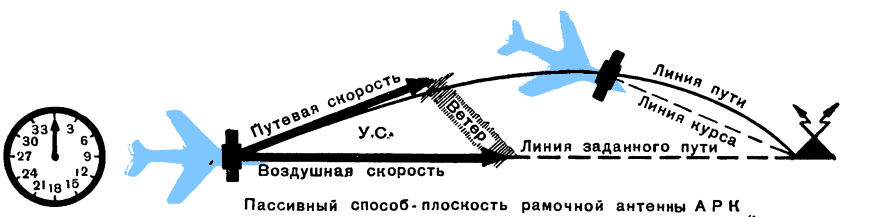
С помощью астрономического оптического прибора—авиасекстанта — измеряют угловую высоту светила над горизонтом. Зная угловую высоту и время ее определения, рассчитывают линию положения самолета. Пересечение двух таких линий определяет место самолета в данный момент.

Сейчас есть приборы, которые позволяют определять местонахождение самолета не периодически, а непрерывно.

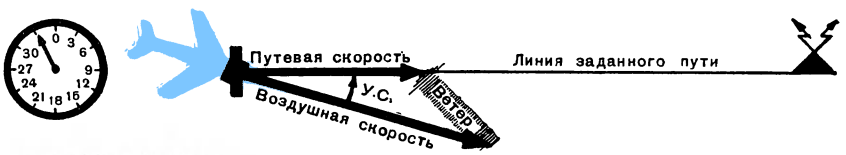
Астроориентаторы, например, сами, автоматически, следят за небесными светилами, непрерывно рассчитывают и показывают географические координаты самолета. По этому же принципу работают радиоастроориентаторы, определяющие направление на светило по его радиоизлучению. Навигационный индикатор, получая данные от компаса, указателя скорости, учитывая направление и



Слепая посадка с помощью курсового и глиссадного радиомаяков.



Пассивный способ - плоскость рамочной антенны АРК перпендикулярна оси самолета, стрелка прибора на „0"

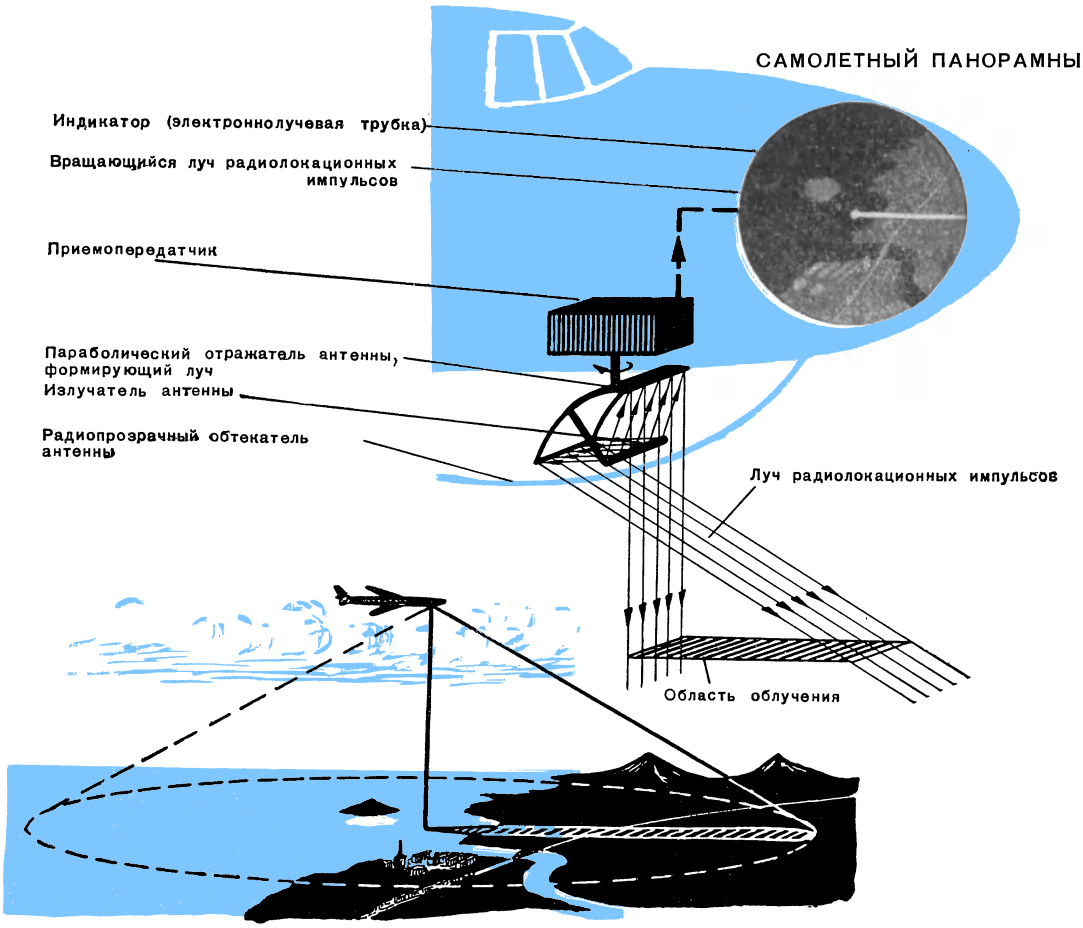


Активный способ - между осью самолета и направлением на радиостанцию устанавливается У.С. (угол сноса), самолет летит по прямой линии заданного пути

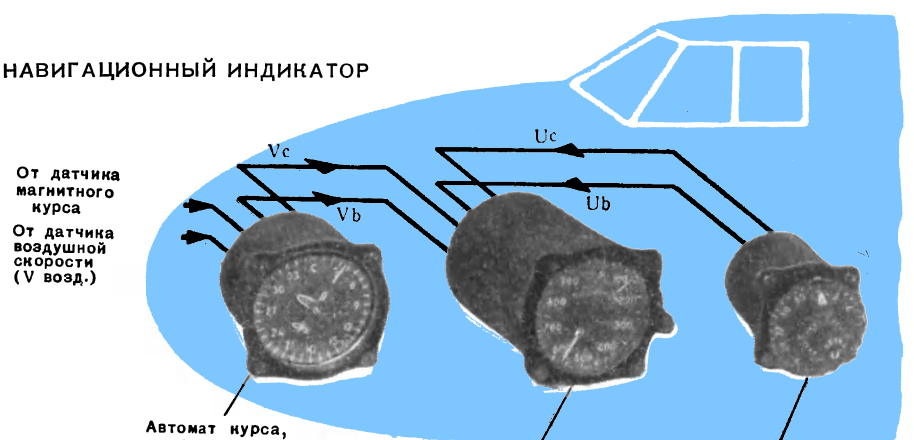
Полет на радиостанцию с помощью автоматического радиокомпаса.

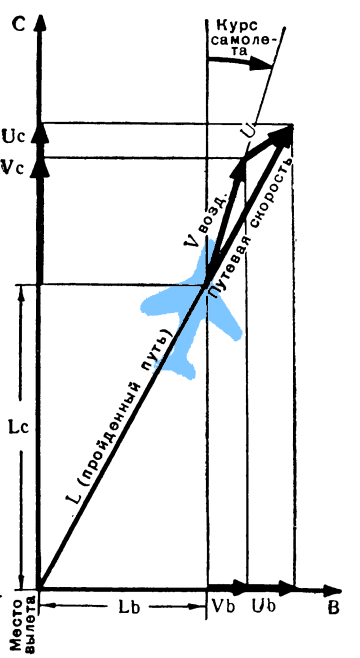
Панорама аэропорта. *Вверху* — взлетно-посадочные полосы. *В середине справа* — радиолокационная установка. *Внизу* — здание аэровокзала.

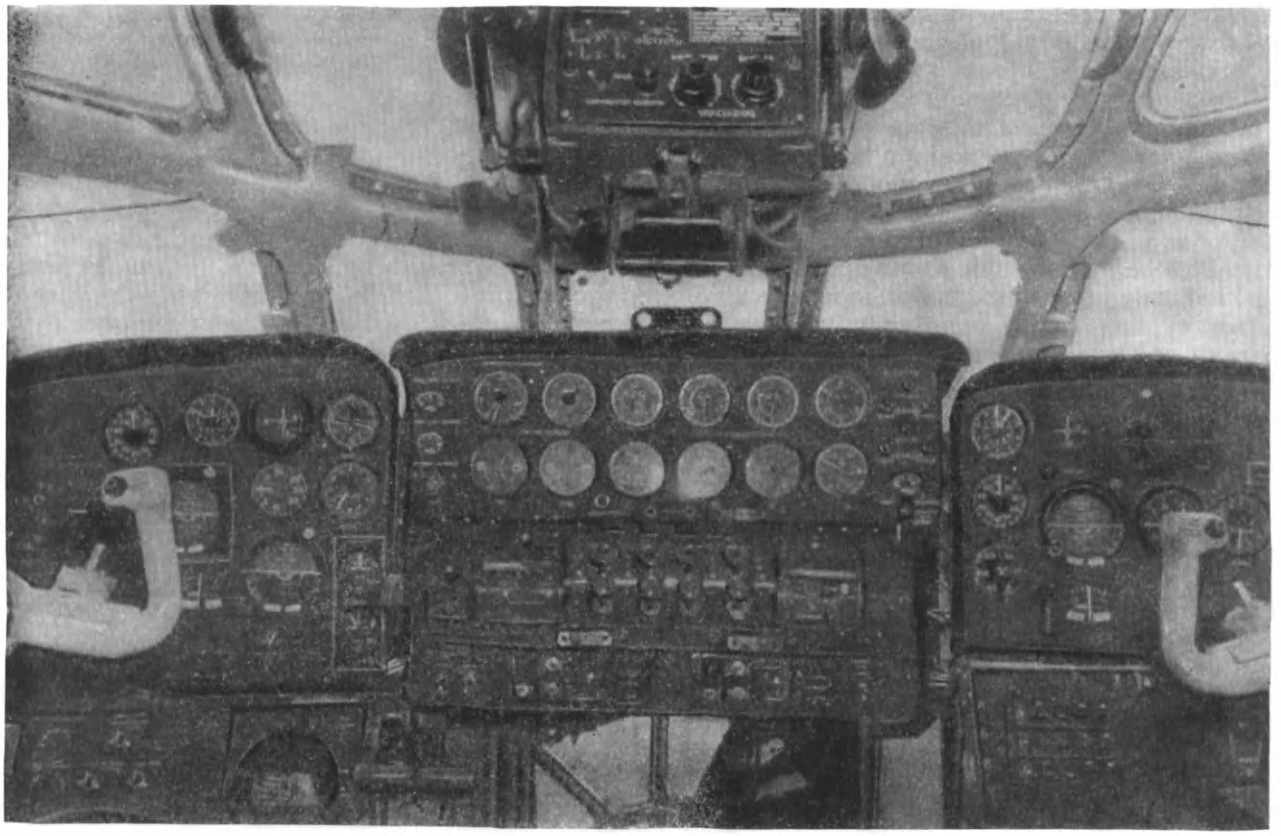
САМОЛЕТНЫЙ ПАНОРАМНЫЙ РАДИОЛОКАТОР



НАВИГАЦИОННЫЙ ИНДИКАТОР







Приборная доска пилотов. *Слева* и *справа* расположены пилотажно-навигационные приборы командира корабля и второго пилота. *В середине* расположены приборы контроля работы двигателей. *Вверху* над приборной доской — пульт управления автопилотом. *Впереди*, в носу самолета, за средней частью приборной доски находится рабочее место штурмана корабля.

скорость ветра, непрерывно вычисляет пройденное самолетом расстояние и определяет координаты.

Существуют приборы, использующие для вычисления пути сумму ускорений самолета. В основе их работы лежит использование явления инерции. Измеритель ускорений — а к с е л е р о м е т р — отмечает малейшие ускорения самолета. Интеграторы суммируют эти ускорения и получают скорость перемещения самолета в пространстве. Счетно-решающее устройство по скорости и времени полета определяет место, где находится самолет.

Чтобы облегчить работу летчика, на современных самолетах устанавливают а в т о п и л о т, который может вести самолет без вмешательства человека. Прибор точно выдерживает заданный курс, скорость, высоту, горизонтальное положение самолета. По команде летчика он выполняет виражи, подъем и спуск. Сейчас при дальних полетах бо́льшую часть времени работает автопилот.

Автопилот — сложный комплекс устройств. У него есть своя гировертикаль и обособленная группа приборов, которые определяют скорость, высоту, курс, крен самолета. На приборной доске расположены индикаторы, которые дают возможность летчику контролировать работу автопилота и сравнивать с показаниями других приборов. Если самолет отклонился от курса, гировертикаль автопилота немедленно сообщает об этом счетно-решающему устройству. Оно точно определяет, на какой угол нужно повернуть руль, чтобы самолет лег на правильный курс, и дает команду электрической рулевой машине.

... Мы прилетели. Нужно садиться на аэродром. Автопилот посадить самолет не может,

потому что посадка — одна из наиболее сложных летных задач, особенно в плохую погоду и ночью. Она обязательно требует визуального наблюдения посадочной полосы. Но техника приходит летчику на помощь и в этом случае. Сначала две приводные радиостанции — дальняя и ближняя — с помощью радиокомпаса «выводят» самолет точно к аэродрому и указывают ему курс на посадочную полосу, ее направление. Специальная аэродромная радиолокационная станция показывает глиссаду снижения, направленную под определенным углом к земле, следуя по которой (индикатор радиокомпаса в это время должен стоять на нуле) самолет даже при низкой облачности выходит точно к началу посадочной полосы на высоте 20—30 *м*.

Здесь рассказано лишь о немногих приборах, помогающих водить самолеты. Но, как видно на фотографии, их значительно больше, так как, решая задачу самолетовождения, экипаж пользуется не одним, а несколькими способами определения навигационных элементов полета. Это помогает избежать ошибок, которые могли появиться из-за помех или неточности работы приборов в некоторых случаях (радиопомехи, неточность пеленгации на больших расстояниях, невидимость небесных светил и т. п.).

Мы говорили, что у летчиков и штурманов появилось много помощников. Но стала ли их работа при этом легче? Судите сами. Конечно, летать стало безопаснее. Да, пилот теперь только отдает команды вспомогательным устройствам, которые и поворачивают нужные рули. Радиоэлектроника помогает штурману выполнять сложные измерения и расчеты. Но голова все время в напряжении: нужно думать, считать, контролировать, выбирать из множества приборов тот, который в данных условиях дает наиболее точные показания, оценивать его возможные ошибки, принимать решения, отдавать приказания автоматам-исполнителям. Обилие новой сложной техники изменило характер труда летчика и штурмана — он стал подобен труду инженера.

■

РЕАКТИВНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

XX век часто называют веком реактивной техники — так велика ее роль в наше время. И действительно, реактивная техника — это и мощный реактивный военно-воздушный флот, и разнообразное ракетное оружие, и надводные и подводные суда, движимые с помощью так называемых гидрореактивных двигателей, и, наконец, венец развития техники — гигантские космические ракеты.

Но каким бы сложным, мощным и совершенным ни был любой современный реактивный двигатель, в его основе лежит тот же принцип, что и в первых пороховых ракетах (см. ст. «Ракеты, космические корабли, космодромы»). Это принцип прямой реакции, принцип создания движущей силы (или тяги) в виде реакции (или отдачи) струи вытекающего из двигателя «рабочего вещества», обычно раскаленных газов.

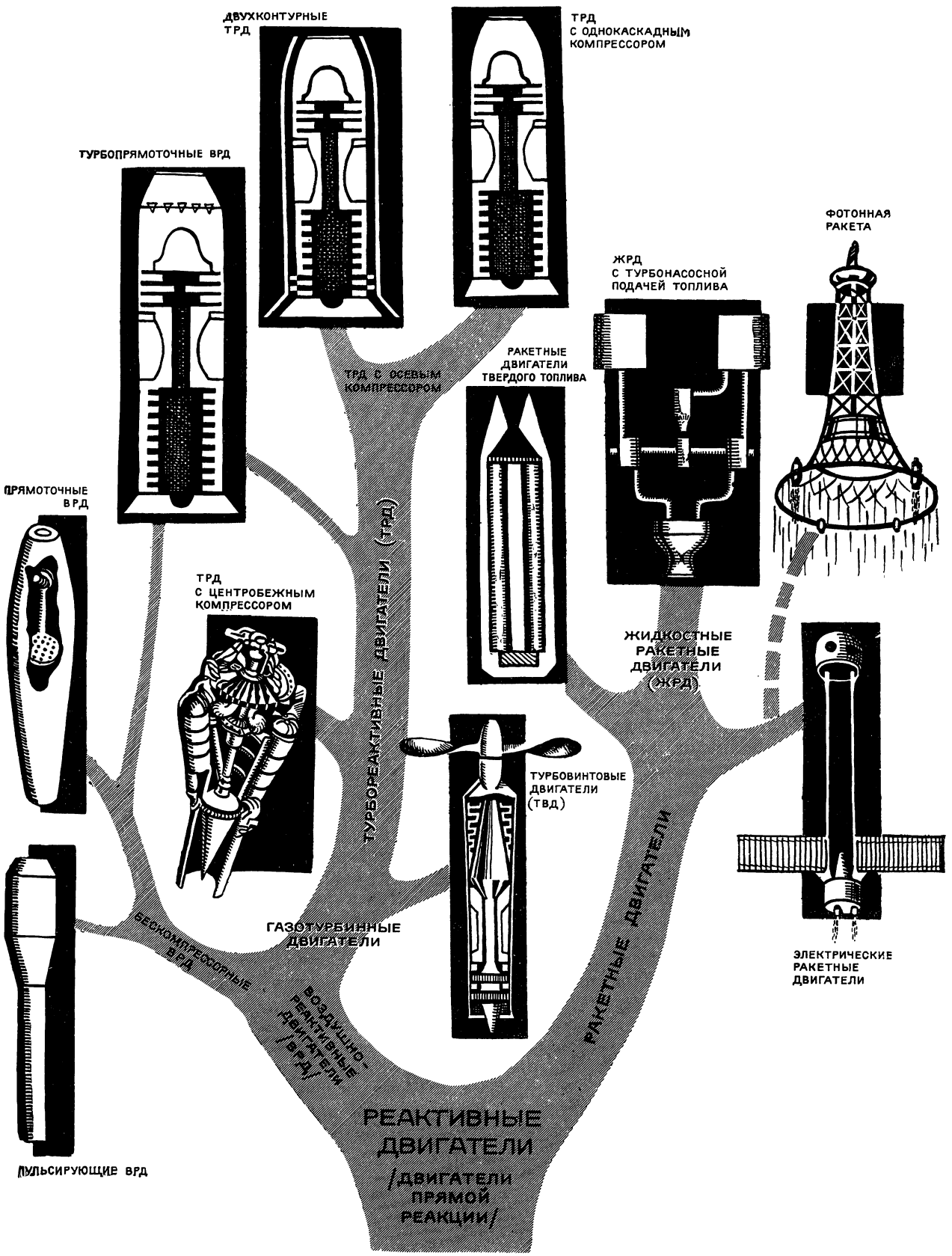
Теперь пороховой реактивный двигатель лишь один из представителей многочисленного семейства реактивных двигателей. Взгляните на могучее «генеалогическое дерево» этого семейства (см. рис. на стр. 437). Много на нем крепких ветвей — это двигатели, уже получившие широкое применение. Немало и скромных побегов — служба этих двигателей еще впереди.

Вот в самом низу «дерево» делится на две главные «ветви». Одна из них — воздушно-реактивные двигатели, другая — ракетные двигатели. Чем же различаются эти «ветви», эти два типа двигателей?

Различие очень важное, принципиальное. Воздушно-реактивные двигатели используют для своей работы воздух атмосферы, кислород которого им нужен для того, чтобы с его помощью сжигать горючее. Ясно поэтому, что такие двигатели не могут работать на очень больших высотах, где воздух разрежен, и уж тем более в межпланетном пространстве. Ракетные же двигатели не нуждаются в воздухе, их топливо содержит в себе все необходимое для сгорания — и горючее, и окислитель.

Познакомимся сначала с двигателями одной «ветви» — воздушно-реактивными. Мы видим, что она в свою очередь тоже делится на две «ветви». Одна, более мощная,—это газотурбинные двигатели, другая — поршневые двигатели внутреннего сгорания.

«ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОЕ ДЕРЕВО» СЕМЕЙСТВА РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ



б и н н ы е воздушно-реактивные двигатели, другая, поменьше и покороче,— б е с к о м п р е с с о р н ы е воздушно-реактивные двигатели. В чем же различие этих двух групп?

В любом воздушно-реактивном двигателе внутрь двигателя втекает атмосферный воздух, а из двигателя наружу вытекают продукты сгорания — раскаленные газы. Газы вытекают с гораздо большей скоростью, и именно эта разница скоростей и является причиной тяги, развиваемой двигателем. Чем больше скорость вытекающих газов, тем больше и сила тяги. Но как можно заставить газы вытекать со все большей скоростью? Для этого, очевидно, нужно создать в двигателе повышенное давление. По тому, как создается в двигателе повышенное давление, и отличаются друг от друга газотурбинные и бескомпрессорные воздушно-реактивные двигатели.

Наиболее естественный способ получения давления — это, очевидно, сжатие поступающего в двигатель воздуха в специальной машине — компрессоре. Так именно обстоит дело в любом газотурбинном двигателе. Обязательной составной частью такого двигателя является какой-нибудь компрессор, приводимый в движение газовой турбиной. Она работает на продуктах сгорания топлива в двигателе. Поэтому такие двигатели и называют газотурбинными реактивными или просто т у р б о р е а к т и в н ы м и.

Самолеты с этими двигателями летают ныне со скоростями, в 2—3 раза превышающими скорость звука, покрывают без посадки многие тысячи километров, забираются на высоты более 30 *км*. Среди турбореактивных двигателей имеются и небольшие, с тягой всего в десятки килограммов, и сверхмощные, тяга которых достигает многих тонн.

Существует множество разных типов и конструкций турбореактивных двигателей. Вот, например, на нашем «дереве» изображен двигатель с центробежным компрессором — большой крыльчаткой, т. е. колесом с лопастями. Лет 15 назад большинство самолетных турбореактивных двигателей имело именно такой компрессор, но сейчас они используются лишь на двигателях сравнительно небольшой тяги.

Это объясняется тем, что победителем оказался конкурент центробежного — осевой компрессор, в котором вместо одной большой крыльчатки на вращающемся валу имеется ряд колес с лопатками. Эти колеса вращаются между рядами таких же неподвижных лопаток — воздух сжимается при движении не по радиусам колеса, а вдоль его оси. Преимущество осевого компрессора заключается в том, что в нем воздух может быть сжат сильнее (для этого нужно установить больше отдельных колес с лопатками — ступенями компрессора) и, главное, количество сжимаемого воздуха может быть гораздо больше при том же диаметре. А чем больше воздуха протекает через двигатель, тем больше и его тяга, величина которой определяет возможную скорость полета.

Теперь обратите внимание на ветку, отпочковавшуюся на рисунке в сторону от турбореактивных двигателей. На ней написано — д в у х к о н т у р н ы е турбореактивные двигатели, или, как их еще называют, т у р б о в е н т и л я т о р н ы е. Они получают в последнее время все более широкое применение в авиации, так как оказываются очень выгодными при больших дозвуковых скоростях полета, порядка 900—1000 *км/час*. Отличаются они от обычных турбореактивных двигателей тем, что имеют снаружи еще один, кольцевой, канал, или контур, по которому течет воздух, сжимаемый высоконапорным вентилятором. Поэтому из двигателя вытекают наружу сразу две струи — внутренняя раскаленная газовая и наружная струя холодного воздуха. Скорость истечения газов при той же затрате топлива несколько меньше, но зато объем вытекающих из двигателя газов значительно больше, чем в обычном турбореактивном двигателе. Такое сочетание оказывается более выгодным при дозвуковой скорости полета, так как самолет, затратив то же количество горючего, может совершить более дальний перелет.

Надо также сказать и еще об одной веточке, отходящей от ветви газотурбинных двигателей,— о так называемых т у р б о в и н т о в ы х д в и г а т е л я х. Эти двигатели, по существу, не реактивные, тяга в них создается в основном не реактивной струей, а воздушным винтом, приводимым во вращение турбиной. Такие двигатели очень широко применяются в гражданской авиации — кто не слышал о самолетах ИЛ-18 или ТУ-114!

Итак, в газотурбинных двигателях сжатие воздуха, как мы убедились, осуществляется компрессорами разного типа. А как это делается в бескомпрессорных двигателях? По-разному. В одних, так называемых п у л ь с и р у ю щ и х, давление в камере сгорания повышается потому, что при вспышке топлива специальные клапаны закрываются и изолируют камеру от атмосферы. А в п р я м о т о ч н ы х

двигателях даже и клапанов нет. Сжатие воздуха происходит здесь в результате торможения встречного потока забортного воздуха, который с большой скоростью попадает внутрь двигателя, т. е. на сжатие затрачивается кинетическая энергия этой воздушной струи. Самолет с таким двигателем не может сам осуществить взлет, ведь, чтобы встречный поток воздуха создал давление, аппарат надо сначала разогнать. Поэтому на самолет с прямоточным двигателем ставится еще один двигатель, работающий только при взлете. Но при больших сверхзвуковых скоростях полета прямоточный двигатель оправдывает эти дополнительные расходы.

В основном прямоточные двигатели сейчас применяются на беспилотных управляемых снарядах. Но одно, несколько своеобразное применение они уже нашли и в авиации — в так называемых турбопрямоточных двигателях. Этот двигатель можно назвать гибридным — он представляет собой сочетание двигателей различного типа. В нем прямоточный двигатель устанавливается за турбореактивным и его называют форсажной камерой. Он работает только при необходимости кратковременного увеличения тяги, или форсажа, турбореактивного двигателя. Для этого в поток газов, вытекающих из турбореактивного двигателя и содержащих еще большое количество свободного кислорода, впрыскивается топливо. Температура газов и скорость их истечения, а значит, и тяга двигателя при этом резко возрастают. Форсажная камера стала едва ли не обязательной частью всех современных мощных турбореактивных двигателей.

Однако пора вспомнить и о второй главной ветви — ракетных двигателях. Эта ветвь также делится на две: одна из них — п о р о х о в ы е д в и г а т е л и, или двигатели твердого топлива; другая — ж и д к о с т н ы е р а к е т н ы е д в и г а т е л и. Различие здесь, как говорят сами названия, в характере топлива.

Устройство порохового двигателя очень просто. В его камере находится заряд твердого топлива. После воспламенения он сгорает, раскаленные газы вытекают через реактивное сопло наружу, создавая тягу. Простота, малый вес, постоянная готовность к действию делают двигатели твердого топлива очень привлекательными, несмотря на недостатки — невозможность остановки, трудность регулирования величины тяги и т. д. В качестве авиационных двигатели твердого топлива применить нельзя, но они начинают пользоваться все большей популярностью не только в ракетной артиллерии (здесь-то они применяются давно и с большим успехом — вспомните хотя бы прославленные «катюши»), но и в дальней и даже в космической ракетной технике.

Недостатков, характерных для этих двигателей, лишен изобретенный К. Э. Циолковским жидкостный ракетный двигатель. Он работает на топливе, состоящем обычно из двух разных жидкостей — горючего и окислителя, которые подаются в двигатель и там сгорают. Ясно, что изменением подачи топлива можно легко регулировать величину тяги двигателя, а прекратив подачу, полностью его выключить. Но зато жидкостный двигатель намного сложнее порохового — он нуждается в системе подачи топлива, различных регуляторах, системе охлаждения и т. д.

Хотя жидкостный ракетный двигатель и устанавливается иногда на самолетах в качестве основного, его применение ограничено тем, что он расходует в 10—15 раз больше топлива на 1 *кг* тяги, чем турбореактивный. Это не удивительно — ведь турбореактивный пользуется окислителем из атмосферы, а не запасенным на борту самолета. Поэтому самолеты с ракетным двигателем способны совершать лишь кратковременный полет — запаса топлива хватает лишь на несколько минут работы двигателя на полной тяге. Но зато с помощью этих двигателей уже удалось достичь высоты около 100 *км* и скорости полета около 6700 *км/час*! Правда, для этого самолет с ракетным двигателем пришлось заносить на большую высоту с помощью другого, тяжелого самолета с турбореактивными двигателями.

Но, конечно, главное применение жидкостного двигателя иное. Это он переносит на многие тысячи километров тяжелые баллистические ракеты, выводит на орбиты искусственные спутники, направляет автоматические межпланетные станции к их далеким целям. Эти двигатели, развивающие мощность в миллионы лошадиных сил, уже позволили осуществить полеты летчиков-космонавтов.

Их ждет большое будущее в дальнейшем штурме космоса.

Наш рассказ о современных реактивных двигателях был бы неполным без упоминания о двигателях совершенно нового типа, привлекающих к себе большое внимание в последние годы. Это так называемые э л е к т р и ч е с к и е р а к е т н ы е д в и г а т е л и. Правда, в эксплуатации подобных двигателей еще почти нет (единственный пока пример — плаз-

менные электрические ракетные двигатели, установленные на советской автоматической межпланетной станции «Зонд-2)», но работы над ними ведутся. В этих двигателях уже не повышенное давление газа создает движущую реактивную струю, а электрические и магнитные поля. По-разному устроены двигатели этого типа — ионные, плазменные, дуговые, но во всех них используется чудесная сила электричества, позволяющая получить огромную скорость истечения, невозможную для реактивных двигателей любого другого типа. А ведь чем больше скорость истечения, тем меньше топлива расходуется на получение той же тяги и тем больше могут быть полезный груз и скорость ракеты.

Правда, в отличие от обычных ракетных двигателей, тяга которых достигает теперь сотен тонн, электрические двигатели слабосильны, они развивают тягу в граммы, от силы в килограммы. Поэтому для взлета с Земли они непригодны. Но в космосе даже малая сила способна разогнать корабль до огромной скорости, если она действует достаточно долго. Все это дает основание предположить, что электрические двигатели будут установлены на многих космических летательных аппаратах будущего.

К двигателям космических кораблей будущего следует отнести и ф о т о н н ы й д в и г а т е л ь, в котором реактивная сила должна образовываться не веществом, вытекающим из двигателя, а отбрасываемым им светом. А поскольку скорость света (300 тыс. *км/сек*) — это наибольшая возможная в природе скорость, фотонные двигатели могут стать едва ли не единственным средством осуществления полетов к звездам. Однако пока фотонные двигатели — это еще почти фантастика, правда, фантастика вполне научная.

■

РАКЕТЫ, КОСМИЧЕСКИЕ КОРАБЛИ, КОСМОДРОМЫ

Мы познакомились уже со многими видами транспорта, и древними, и молодыми, а теперь настала очередь рассказать о зарождающемся ракетном и космическом транспорте. Читатель может спросить: разве ракета — транспортное средство? Чтобы ответить на этот вопрос, вспомним, что собой представляют ракеты, где и как они используются.

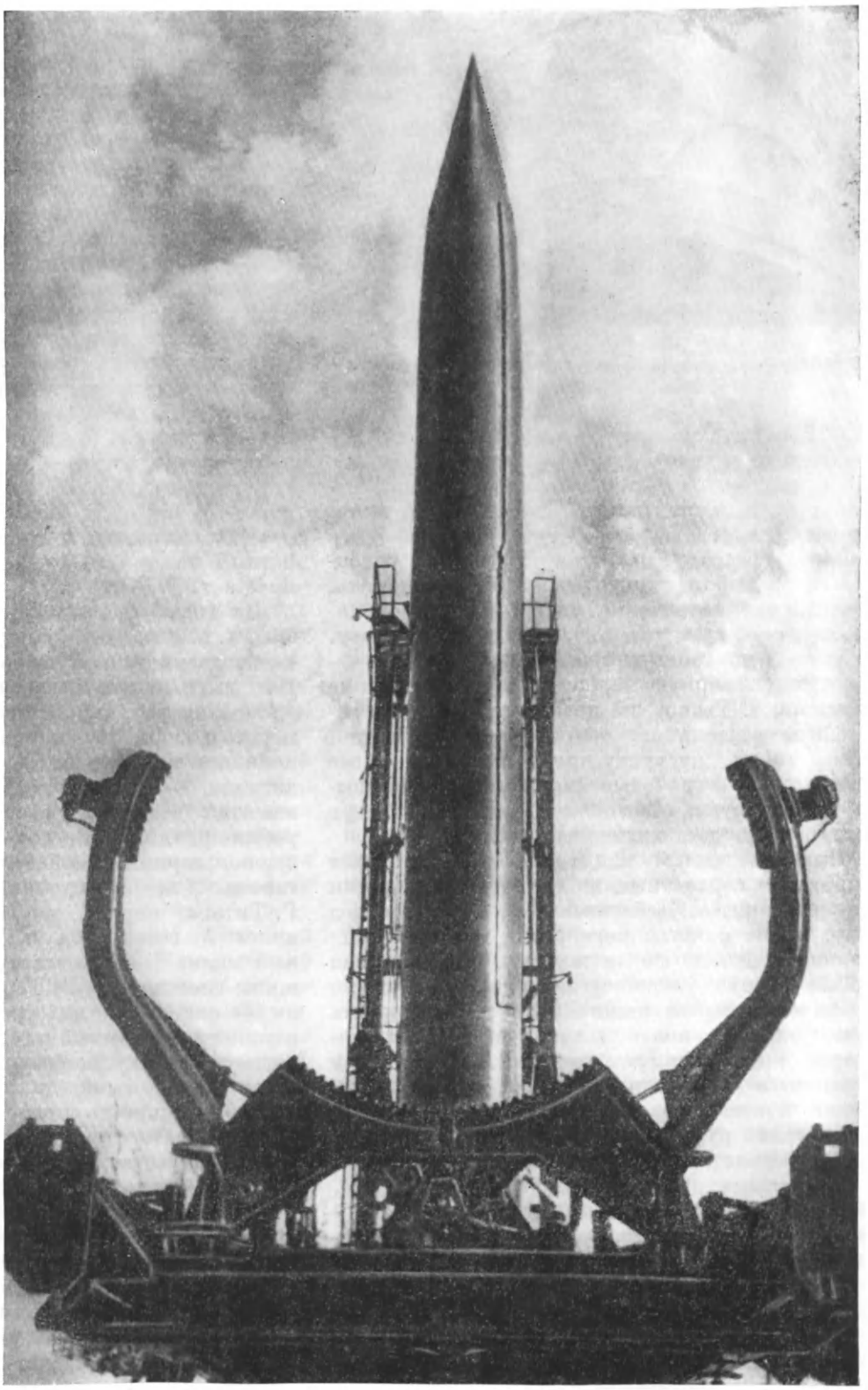
История ракет имеет тысячелетнюю давность. Первые ракеты представляли собой бамбуковые или бумажные трубки, заполненные порохом — твердым, быстро сгорающим горючим веществом. Эти трубки были открыты только с одного конца. Когда порох сгорал, продукты его сгорания — раскаленные газы— вытекали с большой скоростью через это отверстие. Реактивная сила, создаваемая струей, заставляла ракету лететь с большой скоростью (см. ст. «Реактивные двигатели»).

Скорее всего, вначале ракеты были своеобразной игрушкой — они так красиво прочерчивали ночное небо огненной дугой. Позднее их стали использовать и в качестве оружия — «огненных стрел». Ведь струя пороховых газов, вытекающих из ракеты, легко поджигала соломенную крышу или деревянное строение.

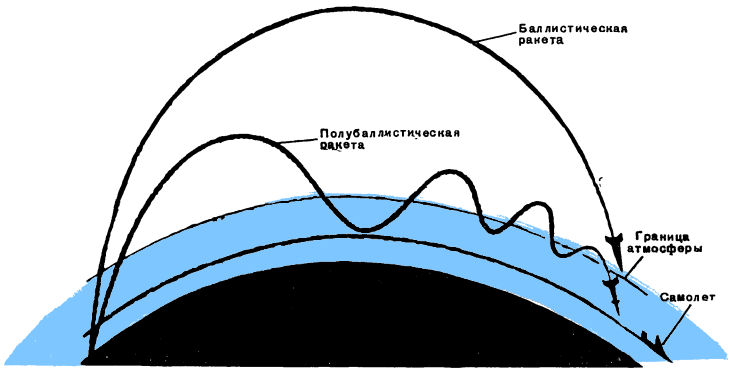
Потом появились ракеты, которые, кроме движущего рабочего заряда пороха, несли и специальный фейерверочный или сигнальный состав. Так появились ракеты — увеселительные огни, сигнальные и разные другие. Следующим шагом было превращение ракеты в боевой снаряд — вместо фейерверочного состава она стала нести на себе боевую головку с фугасным зарядом, шрапнелью и др. В начале нынешнего века были созданы ракеты, работающие не на твердом топливе — порохе, а на жидком. Это замечательное изобретение принадлежит основоположнику современной ракетной техники — К. Э. Циолковскому. Возможности ракет сразу неизмеримо выросли.

Основные части любой ракеты — это баки или другое вместилище для топлива и двигатель (в пороховой ракете топливо размещено непосредственно в самом двигателе). Что касается типа двигателя, вида топлива и различного, иной раз очень сложного оборудования, то все это зависит от конкретного назначения ракеты. А назначение всякой ракеты — доставка какого-либо полезного груза в определенное место. Конечно, пока еще редко ракета служит для транспортировки людей или грузовых перевозок, хотя и такие примеры уже

БАЛЛИСТИЧЕСКАЯ РАКЕТА ПЕРЕД СТАРТОМ



Принципиальная схема устройства одноступенчатой ракеты.



Таковы траектории полета ракеты и самолета.

есть. Обычно полезным грузом ракет являются различные научные приборы, капсула с летчиком-космонавтом, тот же фейерверочный состав и др. А наши могучие ракеты-защитники, стоящие на страже мира, готовые дать отпор любому агрессору, несут на себе боевые головки. Но в любом случае мы можем говорить, что главное назначение любой ракеты — доставить свой груз к цели на большую высоту, в космос, на терпящий бедствие корабль, неприступную горную вершину, в расположение противника. Теперь вы и сами видите, что ракета замечательное транспортное средство. И мы знаем, наступит время, когда ракетные пассажирские, грузовые или почтовые перевозки станут столь же обычными, как теперь авиационные или железнодорожные.

Никакой другой вид транспорта не может сравниться с ракетным по скорости, дальности и высоте полета. Действительно, кому еще под силу, кроме ракеты, переброска груза на расстояние в 10 000 *км* за полчаса или доставка его на Луну? Конечно, подобные задачи по плечу и не любой ракете. Чтобы ее скорость была большой, полет дальним и точным, полезный груз значительным по весу, ракету приходится снабжать мощными двигателями, точной и высокосовершенной системой управления (т. е. рулями и средствами приведения их в действие), навигационным оборудованием и различными другими устройствами. И, что, пожалуй, самое существенное, в этих случаях простая ракета превращается в целый ракетный поезд, как назвал составную или многоступенчатую ракету предложивший ее впервые К. Э. Циолковский.

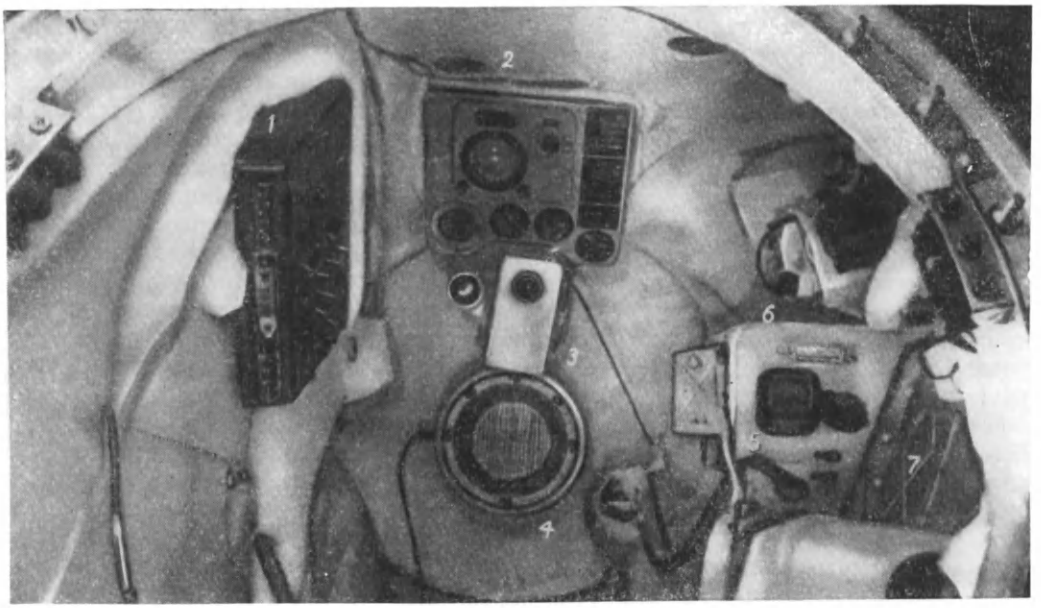
Идея ракетного поезда очень проста; она заключается в том, что опустевшие баки из-под топлива и двигатели, работавшие на этом топливе, отделяются от ракеты. Ясно, что затрата топлива на разгон уменьшенной и облегченной ракеты оказывается меньшей, а конечная скорость ракеты существенно большей.

При взлете ракетного поезда сначала работают двигатели первой ступени, т. е. задней ракеты, входящей в цепочку. Эта ракета уносит весь поезд на определенную высоту и отделяется. Затем включаются двигатели следующей, второй, ступени — и так далее, пока не останется только одна, верхняя, ступень. Таким образом, ракетный поезд как бы постепенно «тает» в полете. В таком поезде весь полезный груз должен находиться, конечно, в самом переднем «вагоне».

Особенно важно применение составных ракет для штурма космоса. Ведь чтобы вывести на орбиту искусственный спутник Земли, ракета должна достичь первой космической скорости и второй космической скорости, чтобы преодолеть земное тяготение и уйти в межпланетный полет (см. ст. «Человек вышел в космос» в т. 2 ДЭ).

За годы, прошедшие с начала космической эры, т. е. с момента запуска первого советского искусственного спутника Земли 4 октября 1957 г., в космос выведены сотни космических аппаратов различного назначения, разных размеров и форм. И с каждым запуском они становились все больше, все мощнее, а их оборудование — сложнее. Но, конечно, особенно памятны всему человечеству космические корабли-спутники «Восток», на которых был совершен первый космический облет Земли Ю. Гагариным, первый суточный космический полет Г. Титова, первый многодневный групповой полет А. Николаева и П. Поповича, рекордный полет В. Быковского, первый полет женщины-космонавта В. Терешковой. Эти корабли — свидетельство огромных достижений советской космической науки и техники: по своим размерам и весу, по безопасности полета и удобствам для космонавта, по приборному оснащению и точности приземления. В кабине корабля «Восток» во время полетов поддерживался искусственный климат, наиболее удобный, привычный и приятный для космонавта,— давление, температура и влажность воздуха. Обеспечивались подача кислорода и удаление углекислого газа и других вредных веществ.

Огромной победой советской техники было создание космических аппаратов с автономным управлением. Это были автоматические устройства «Полет-1» и «Полет-2».



Внутренний вид кабины корабля-спутника «Восток»: *1* — пульт пилота; *2* — приборная доска с глобусом; *3* — телевизионная камера; *4* — иллюминатор с оптическим прибором; *5* — ручка управления ориентации корабля; *6* — радиоприемник; *7* — контейнер с пищей.

12 октября 1964 г. мощная ракета-носитель нового типа вывела на околоземную орбиту пилотируемый космический корабль «Восход». На его борту находился экипаж из трех человек: командира корабля летчика-космонавта инженер-полковника В. М. Комарова, научного сотрудника космонавта К. П. Феоктистова и врача-космонавта Б. Б. Егорова.

Так, впервые в истории человечества в космос была послана целая научная экспедиция, коллектив которой мог не только управлять кораблем, но и совместно вести научную работу в области космонавтики и биологии.

Космический корабль «Восход» отличался от кораблей-спутников типа «Восток» не только размерами, позволившими поместить в нем — впервые в мире!— сразу трех космонавтов. Еще более высокая степень надежности дала возможность трем героям-космонавтам совершить полет без скафандров. Кроме того, космический корабль «Восход» был снабжен специальной системой, обеспечившей ему «мягкую» посадку. Это значит, что скорость корабля-спутника в момент соприкосновения с почвой была очень небольшой, почти равной нулю.

Еще одним замечательным успехом нашей страны в штурме космоса был выход на орбиту 18 марта 1965 г. корабля-спутника «Восход-2» с двумя космонавтами на борту — командиром корабля П. И. Беляевым и А. А. Леоновым. А спустя полтора часа, в 11 часов 30 минут по московскому времени, впервые в истории космонавтики открылся люк корабля и А. А. Леонов вышел в космическое пространство. Он был одет в скафандр с автономной системой жизнеобеспечения.

Так был открыт новый этап в освоении космоса человеком.

На следующий день в 12 часов 02 минуты по московскому времени «Восход-2» благополучно приземлился. Посадка была произведена командиром корабля с использованием системы ручного управления.

За первыми победами последуют другие, за уже совершенными полетами — новые, более сложные. Не за горами время, когда в космосе будут вестись работы по сборке орбитальных станций — целых научно-исследовательских лабораторий,— космопортов и межпланетных кораблей. Снабжение такой необычной заатмосферной стройки будет обеспечиваться с Земли целым флотом грузовых космических кораблей. Подобный же флот будет поддерживать деятельность научной станции, которую создадут в будущем на Луне.

Потом космические корабли «дальнего следования» унесут экипажи космонавтов к планетам солнечной системы, а еще позднее— к звездам!

Эти корабли будут стартовать, как правило, с орбитальных космопортов, т. е. с больших населенных искусственных спутников Земли,

которые будут служить и кораблестроительными верфями, и доками для обслуживания кораблей, и станциями для их заправки и снаряжения. Использование подобных космических портов даст большую экономию горючего, необходимого для преодоления земного притяжения, и обезопасит старт.

Но, конечно, помимо «ожерелья» орбитальных космопортов, будет создана и сеть космодромов на Земле. Ее начало положено прославленным советским космодромом «Байконур».

Современные космодромы представляют собой сложные, обширные комплексы разнообразных устройств и сооружений. Обычно космодромы располагаются в уединенных, пустынных местностях, вдали от крупных населенных пунктов. Из-за грохота мощных ракетных двигателей и некоторой опасности, связанной с космическими пусками, космодромы — плохое соседство для городов.

На территории космодромов обычно расположено несколько пусковых башен — установок для окончательной сборки, предпусковой проверки, заправки, снаряжения и, наконец, непосредственного запуска космической ракеты.

«...Три... Два... Один... Пуск!»

Вот он, заветный миг, который готовился, быть может, много лет большим коллективом людей. Из-под ракеты вырывается ослепительный пламенный сноп. Она окутывается багровыми облаками раскаленных газов и медленно, словно нехотя, отрывается от пусковой площадки. Мгновение кажется, что огромная ракета неподвижно висит в воздухе, опираясь на рвущийся из ее недр огненный водопад. Затем она начинает подниматься вертикально ввысь, все быстрее, быстрее... и вскоре скрывается в голубом небе. Полет начался!

Но задача космопорта вовсе не исчерпывается пуском ракеты. Настороженно вглядываются в небо огромные радиолокационные антенны, неотступно следя за полетом. Данные измерений этих установок мгновенно передаются в вычислительные центры, где сложнейшие комплексы электронных машин вырабатывают команды, которые необходимо послать на борт ракеты для корректировки ее полета. Ведь ничтожное отклонение от цели в космических масштабах может стать недопустимо большим, привести к роковым последствиям. Не удивительно поэтому, что в комплекс оборудования космодрома входит много сложнейших сооружений — радиолокационные станции, мощнейшие рации, вычислительные и управляющие центры, станции наблюдения и т. д., причем многие из них расположены за сотни и тысячи километров от пусковой площадки. И не только на земле — корабли на море, самолеты в воздухе, даже спутники на орбите могут быть включены в эту общую цепь постов, обеспечивающих правильный вывод космического корабля на заданную орбиту и точность его рейса.

Космическая техника — это вершина развития всех отраслей техники нашей страны. Она включает в себя достижения и ракетостроения, и металлургии, и химии; она широко использует «умные» вычислительные машины и наиболее совершенные электронные приборы, в том числе полупроводниковые; в ее арсенале — могучие средства радиоэлектроники и телемеханики. Именно общий высокий уровень советской науки и техники позволил народу СССР добиться таких величайших достижений в освоении космического пространства. А впереди еще более грандиозные свершения.

■

ТРУБОПРОВОДЫ

Неподвижный транспорт

Тысячетонные корабли и юркие мотоциклы, грузовики, поезда, самолеты обладают одним существенным недостатком: их вес ненамного меньше веса перевозимого ими груза. Но есть один вид транспорта, обладающий замечательным свойством: он позволяет перемещать только грузы, тогда как сам остается неподвижным. Это т р у б о п р о в о д ы.

На первый взгляд здесь нет ничего интересного. Действительно, что может быть скучнее обыкновенной, пусть даже очень длинной, трубы, по которой течет жидкость? Но не торо-

питесь с выводами. Трубопроводы — блестящий пример того, какие неисчерпаемые, буквально поразительные возможности скрыты в самых простых технических средствах.

За годы Советской власти строители соединили трубопроводами все основные нефтеперерабатывающие заводы с нефтяными месторождениями, построили к 1964 г. 24 тыс. *км* магистральных газопроводов. Но еще больше трубопроводов предстоит построить в ближайшие годы. Программой КПСС намечен огромный рост добычи нефти и газа — главных «пассажиров» трубопроводов. Месторождения Туркмении, Азербайджана, Якутии, Узбекистана и др. расположены далеко от многих промышленных центров—основных потребителей топлива. Всего будут построены многие десятки тысяч километров трубопроводов.

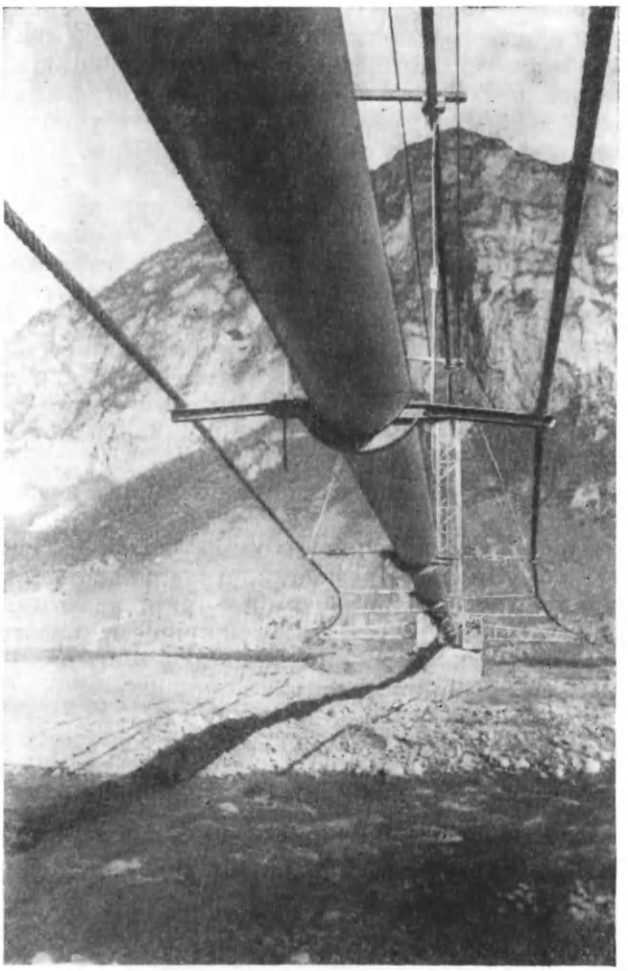
Металл, железобетон, стекло, пластмасса

Какой материал лучше всего взять для труб? Все зависит от того, какие свойства требуются от трубопровода.

Трубопроводы из железобетона обходятся дешевле, чем из стали или чугуна. Кроме того, железобетон позволяет ускорить строительство и избежать перевозки тяжелых труб: их можно изготовить и смонтировать прямо на месте. Сначала укладывается форма — матерчатый прорезиненный цилиндр, накачанный воздухом. Затем вокруг формы укрепляют стальную арматуру и укладывают бетон. Как только он затвердеет, из формы выпускают воздух и передвигают ее вперед.

Большими достоинствами обладают и стеклянные трубы. Они идеально гигиеничны, не растворяются в большинстве кислот и поэтому широко применяются в пищевой промышленности. А когда требуется особая устойчивость к истиранию, например при перекачке золы с электростанций, трубопроводы делают из базальта — камня, которым «облицованы» изнутри жерла вулканов.

В последнее время все чаще применяются для трубопроводов новые, синтетические, материалы. Из них также можно изготавливать трубы прямо на месте. Для этих целей созданы специальные машины. Тянет за собой такую машину трактор, а из нее непрерывно выходит бесконечная «макаронина»— пластмассовая труба, которую тут же укладывают в траншею. Пластмассовые трубы раз в десять легче стальных.



Строителям газопроводов даже Главный Кавказский хребет не помеха!

Труба в трубе

Эксплуатация трубопроводов тесно связана с характером транспортируемого груза. Температура кипения, вязкость, удельный вес и другие физические и химические свойства перекачиваемого вещества сильно влияют на производительность, потребную мощность, долговечность и даже на саму конструкцию трубопровода.

Чаще всего груз в трубе движется под действием гидравлического напора, создаваемого мощными насосами. Но иногда обходятся без всяких насосов. Например, присоединяют к наклонному трубопроводу механические вибраторы, заставляющие трубы дрожать. Это нужно для транспортировки сыпучих грузов. Вибрация

уменьшает трение, и груз (мука, цемент, зерно) начинает быстро ползти под уклон. А чтобы снизить вязкость застывающих парафинистой нефти, мазута, битума, их при перекачке подогревают. Для этого к наружной поверхности трубопровода присоединяют электрические кабели. И наоборот, жидкий кислород, чтобы он не испарился при перекачке, нужно предохранять от нагрева. В этом случае трубы делают с блестящими двойными стенками, между которыми, как в термосе, устроен вакуумный промежуток.

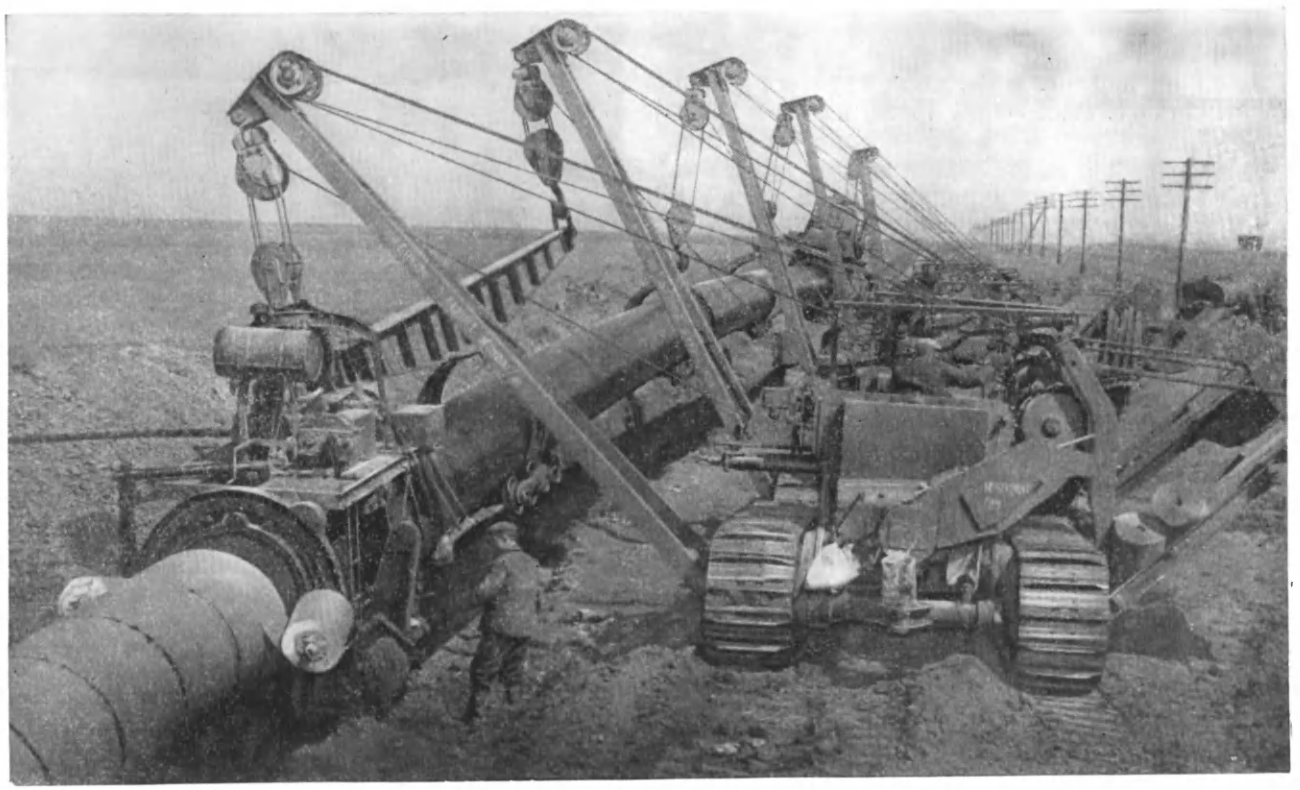
Большим неудобством для транспортников до последнего времени была узкая «специализация» трубопроводов. В то время как в одном железнодорожном составе можно везти цистерны и с нефтью, и с керосином, и с мазутом, и с бензином, в одной и той же трубе сочетать эти жидкости на первый взгляд как будто бы невозможно.

Но инженеры нашли выход: жидкости пускают в трубопровод по очереди. Друг от друга их отделяют особые п р о б к и — резиновые или пластмассовые ш а р ы, движущиеся вместе с жидкостью.

Другой способ еще остроумнее. Он позволяет перекачивать различные жидкости одновременно. В основную трубу вставляют несколько резиновых или пластмассовых ш л а н г о в. Когда перекачивается какая-то одна жидкость, шланги сплюснуты и практически не мешают работе основной магистрали. Но вот вам потребовалась вторая жидкость. Вы пускаете ее в один из шлангов. Обе жидкости перекачиваются одновременно, причем можно даже в противоположные стороны. И что очень важно, от мягких шлангов, расположенных внутри трубопровода, не требуется большой прочности: внутреннее и наружное давление уравновешивают друг друга.

Будущее трубопроводного транспорта

Преимущества трубопроводного транспорта способствовали его усиленному развитию во многих странах. Каждый день прибавляются к действующим новые километры стальных, алюминиевых, пластмассовых магистралей.



Прокладка магистрального газопровода.

Постепенно сливаясь, они образуют транспортную систему, связывающую в единое целое нефтепромыслы, топливные склады, рудники, металлургические гиганты и химические заводы. Управлять ею будут из диспетчерских центров электронно-вычислительные машины.

Грандиозно, не правда ли? Но и это не все. Трубопроводы, может быть, объединятся в единое целое... с линиями электропередач. Ведь эти линии пока еще весьма далеки от совершенства. Они боятся грозовых разрядов и оледенения, их очень тяжело и дорого прокладывать, они громоздки и небезопасны.

А нельзя ли передавать электроэнергию по... трубопроводам? Оказывается, принципиально это вполне возможно. К такому выводу недавно пришел известный советский ученый академик П. Л. Капица.

Практически эта задача еще не решена. Но уже наметились пути ее решения. Предлагают, например, построить гигантские генераторы — планотроны и магнетроны, которые будут преобразовывать электроэнергию в токи сверхвысоких частот. Такие токи прекрасно распространяются по волноводам, которыми и будут служить подземные трубопроводы. Расчеты показывают, что при длине волны в 3 *см* и диаметре трубопровода в 1 *м* по нему можно будет передавать мощность в 4 млн. *квт*. Интересно, что, ответвляя от основной магистрали трубопроводы меньшего диаметра, электрический ток можно делить, как поток жидкости.

Нефть и воду, газы и сжатый воздух, горячие глины, соляные растворы, расплавленные металлы, песок, бетон, химикалии, зерно, молоко, жидкие и твердые пластмассы, наконец, электроэнергию — с каждым днем все больше сырья и готовых продуктов во все концы страны будет доставляться по трубопроводам.

■

ТРАНСПОРТ БОЛЬШОГО ГОРОДА

Те из вас, кто живет в больших городах, настолько привыкли к «чудесам» современного городского транспорта, что давно перестали им удивляться. И действительно, вся наша повседневная жизнь тесно связана с ним.

Благодаря бесперебойной работе городского транспорта рабочие и служащие вовремя попадают на заводы и в учреждения, в магазины своевременно доставляют различные товары, а вы можете быстро и удобно добраться до Дворца пионеров или парка, кинотеатра или стадиона, комбината бытового обслуживания или большого универсального магазина.

Но так было, конечно, не всегда.

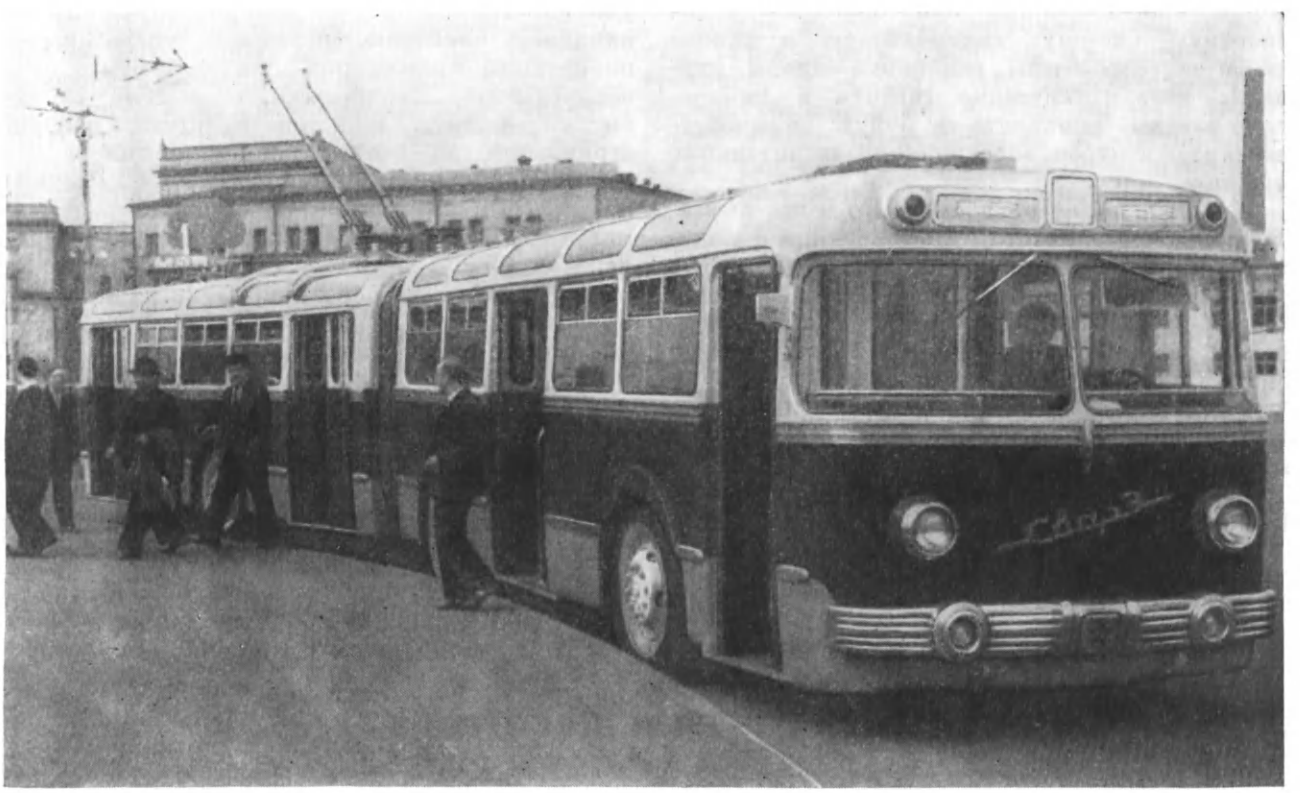
Немного истории

В XIX в. пассажиры и грузы в городах перевозились преимущественно с помощью конной тяги — по конным железным дорогам («конке»), омнибусами, «линейками», легковыми и ломовыми извозчиками. Богатые люди имели собственные «выезды» — упряжных лошадей с различными экипажами (каретами, колясками и пр.).

Шли годы, развивалась наука и техника, и в конце XIX в., после изобретения практически применимого электродвигателя, появился один из современных видов транспорта — электрический трамвай (о различных видах двигателей вы можете прочитать в ст. «Двигатели и генераторы»). Он унаследовал от «конки» рельсовый путь, но был более быстрым, удобным и вместительным. В России первую линию трамвая построили в Киеве. Это было в 1892 г., а к 1917 г. трамвай уже обслуживал население 35 городов нашей страны. Однако конная тяга еще преобладала на транспорте, особенно грузовом. В Москве, например, в эти годы было несколько тысяч ломовых извозчиков.

В конце XIX в. появились паровые автобусы. Но успеха они не имели, и распространился автобус только в XX в., после изобретения и усовершенствования двигателя внутреннего сгорания. В это же время началась эксплуатация и первых троллейбусов в зарубежных городах; у нас троллейбус появился сначала в Москве в 1933 г., а потом и в других городах; в 1963 г. троллейбусные линии эксплуатировались уже в 67 городах СССР, а трамвай — в 107 городах.

Рост городов, все усиливающееся движение по их улицам вызвали к жизни и так назы-



Вагоны троллейбуса сочлененного типа связаны коридором, который ограждают гибкие шторы.

ваемый внеуличный рельсовый транспорт. Его линии прокладываются под землей, в специальных тоннелях, или над землей, по эстакадам. Но надземный рельсовый транспорт очень шумный, и в нашей стране, как вы все знаете, наибольшее распространение получил подземный вид внеуличного транспорта — метрополитен. Первая линия советского метрополитена была открыта в Москве в 1935 г. С тех пор длина линий метро в Москве выросла почти в 10 раз, а число станций увеличилось с 13 до 72 (начало 1965 г). Построены также две линии метрополитена в Ленинграде и одна в Киеве. Строятся первые линии метро в Баку и Тбилиси.

На чем мы ездим

Сейчас развиваются различные виды городского транспорта, и каждый из них имеет свои преимущества — один дешевле, другой быстрее, третий не отравляет воздух выхлопными газами и т. д. Когда выбирают транспорт для определенного района города, то предварительно проводят тщательные исследования, изучают спрос на перевозки, пропускную способность улиц, учитывают, конечно, и то, сколько пассажиров может перевезти тот или иной вид транспорта за 1 час.

Исследования показали, например, что за 60 минут по линии могут пройти без задержек не больше 80 трамвайных поездов, 90 троллейбусов и 100 автобусов. Трамвай обладает большой провозной способностью, он же и самый дешевый. Автобус намного быстрее трамвая, но перевозки на нем обходятся дороже. Правда, у него есть и еще одно преимущество. Автобусы, не связанные ни с рельсами, ни с электросетью, можно в любой момент перебросить из одного района города в другой. Так бывает, например, по воскресеньям в районах загородных парков, пляжей.

В больших городах применяются автобусы или троллейбусы повышенной вместимости — в них одновременно может ехать до 120 пассажиров (а в

обычных — самое большее 70, включая стоящих). Очень выгодны в этом отношении троллейбусы сочлененного типа. Это два вагона с переходом в виде коридора, который ограждают гибкие шторы, напоминающие гармошку. В Москве на некоторых линиях такие троллейбусы, вмещающие до 150 человек, перевозят пассажиров с 1959 г.

Особенно много пассажиров может перевезти метрополитен — до 40 тыс. человек в час при эксплуатации шестивагонных поездов. Обычно больше и не нужно. А если потребуется перевозить больше, то на линии московского метро предусмотрена возможность увеличить число вагонов до 8 в каждом поезде.

Во всех городах с населением больше 50 тыс. человек работает еще и таксомоторный транспорт. Он обслуживает пассажиров в любое время дня и ночи, перевозит их в любом направлении, может одновременно доставить по адресу и довольно значительный багаж. В некоторых городах организовано движение так называемых маршрутных такси. Это как бы промежуточное звено между автобусом и обычным такси. Они курсируют в основном по тем маршрутам, которые не обслуживают другие виды транспорта.

Большое количество жителей наших городов пользуется личными легковыми автомобилями. В Москве, например, более 50% всех легковых автомобилей принадлежит автолюбителям. Немало автолюбителей берут машины напрокат. Кроме того, на улицах советских городов можно встретить много мотоциклов и велосипедов.

Грузовые перевозки

Современный город — это сложный организм. Здесь много заводов и фабрик, магазинов и столовых, различных комбинатов бытового обслуживания и кафе. И все эти предприятия надо своевременно обеспечить сырьем, различными товарами, пищевыми продуктами. Эту работу выполняет грузовой транспорт.

Большая часть грузовых перевозок ложится на «плечи» автотранспорта. Это и обычные грузовики, и автомобили со специальными кузовами для перевозки хлеба, медикаментов, мебели, изделий швейной промышленности. Авторефрижераторы перевозят в своих кузовах-холодильниках мясо, замороженные фрукты, рыбу. А живая рыба, так же как молоко, квас, пиво и другие жидкие продукты, доставляется в автоцистернах.

Помимо грузовых автомобилей, грузы в городах доставляют и легковые машины с кузовом типа «фургон» или «универсал». Сейчас с такими кузовами в нашей стране выпускают автомобили «Волга» и «Москвич».

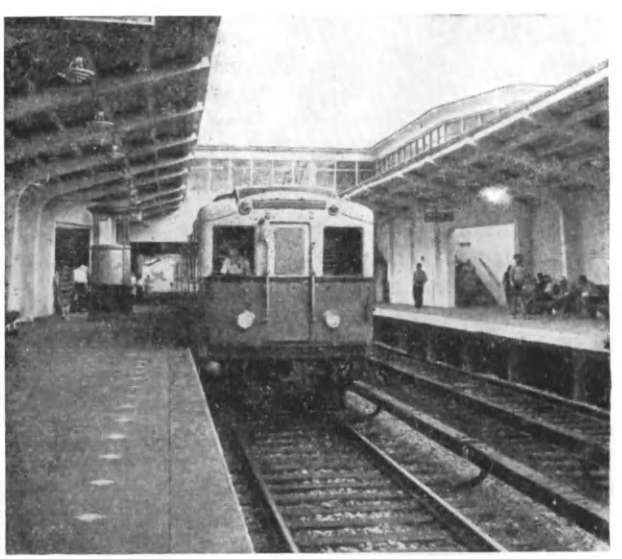
Часть грузов во многих городах перевозят также грузовые троллейбусы и трамваи, а если в городе есть река или канал, то и речные суда.

Специальные автомобили

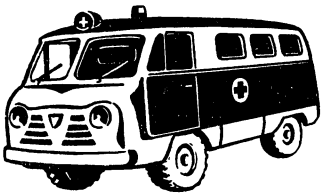
...По улице быстро мчится большая красная машина, весь транспорт уступает ей дорогу. На ней едут пожарные: где-то возник пожар, его надо немедленно ликвидировать! Пожарная автомашина снабжена разнообразной техникой — выдвижными лестницами, насосами, огнетушителями, радиостанцией.

Медицинская служба города тоже имеет свои специализированные транспортные средства: автомобиль скорой медицинской помощи и помощи на дому, дезинфекционные машины и т. д.

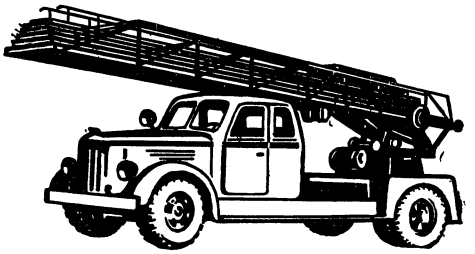
Медицинский транспорт пользуется особым положением. Многие из вас, наверное, видели на улице мчащуюся «скорую помощь». Услышав тревожный сигнал, ей уступают путь. Все знают, что эта машина торопится оказать помощь человеку, жизнь которого в опасности!



Между станциями «Киевская» и «Студенческая» московского метрополитена поезд выходит на поверхность. На фотографии: станция «Студенческая».



Машине «скорой помощи» все уступают дорогу. Люди знают: в опасности жизнь человека.



Пожарная машина тоже всегда спешит. Недаром ведь говорят: «Торопится как на пожар!»

Среди специализированных автомашин городского транспорта есть и такие, которые обслуживают сам транспорт. Одни из них размечают проезжую часть дороги; с помощью других, снабженных поднимающейся вышкой, ремонтируют электросети трамвая и троллейбуса, развешивают дорожные знаки; третьи спешат к месту аварий — это передвижные мастерские; четвертые помогают асфальтировать улицы.

Организация городского движения

Чем больше город, тем интенсивнее движение на его улицах, тем выше требования к организации транспортных перевозок. Только четкая и строгая система может обеспечить безопасность пассажиров и пешеходов. Без нее нельзя добиться на транспорте также эффективности и быстроты.

Важнейшая основа организации движения — установление единых правил уличного движения, обязательных как для водителей, так и для пешеходов. Необходимы также оборудование улиц сигнальными знаками установленной формы и расцветки, разметка проезжей части краской или плитками для выделения переходных дорожек, «зон безопасности» на перекрестках и у остановок трамваев, троллейбусов и автобусов, мест стоянки автомобилей и т. д.

На оживленных улицах движение обязательно регулируется светофорами и другими техническими средствами. Для сокращения задержек автомобилей перед перекрестками на важнейших магистралях применяется особая система смены светофорных сигналов — система координированного регулирования. Она работает по принципу «зеленой волны»: зеленый сигнал автоматического светофора появляется при приближении группы автомобилей к перекрестку.

Чтобы лучше представить себе, что это за система, вообразите, что вы едете на автомобиле по улице. Подъезжаете к перекрестку, а там как раз включается зеленый сигнал. И если вы и дальше поедете со скоростью примерно в 50 *км/час*, то у каждого перекрестка светофор будет вас встречать зеленым сигналом. Это очень выгодная и удобная система. Автомашинам не приходится простаивать перед каждым светофором. В Москве такую систему координированного регулирования движения начали применять с 1955 г. Теперь она введена на многих важнейших магистралях столицы общей протяженностью более 50 *км*. Эта система распространяется также в Ленинграде, Куйбышеве, Харькове, Тбилиси и других городах.

Для упрощения условий движения и повышения безопасности во многих городах применяется система одностороннего движения: по одной из двух близко расположенных параллельных улиц — в одну сторону, по другой — в противоположную.

Большое значение для упорядочения уличного движения и повышения его безопасности

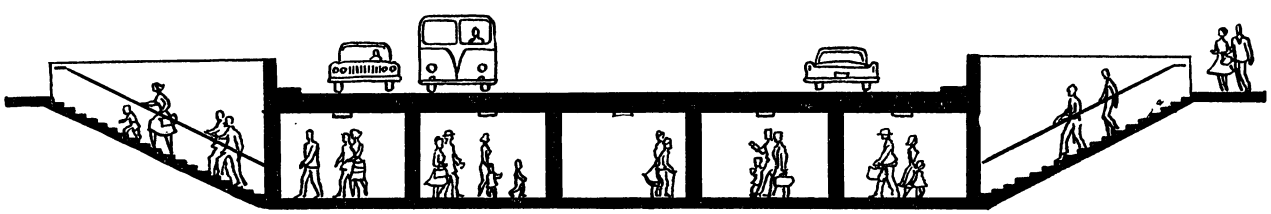
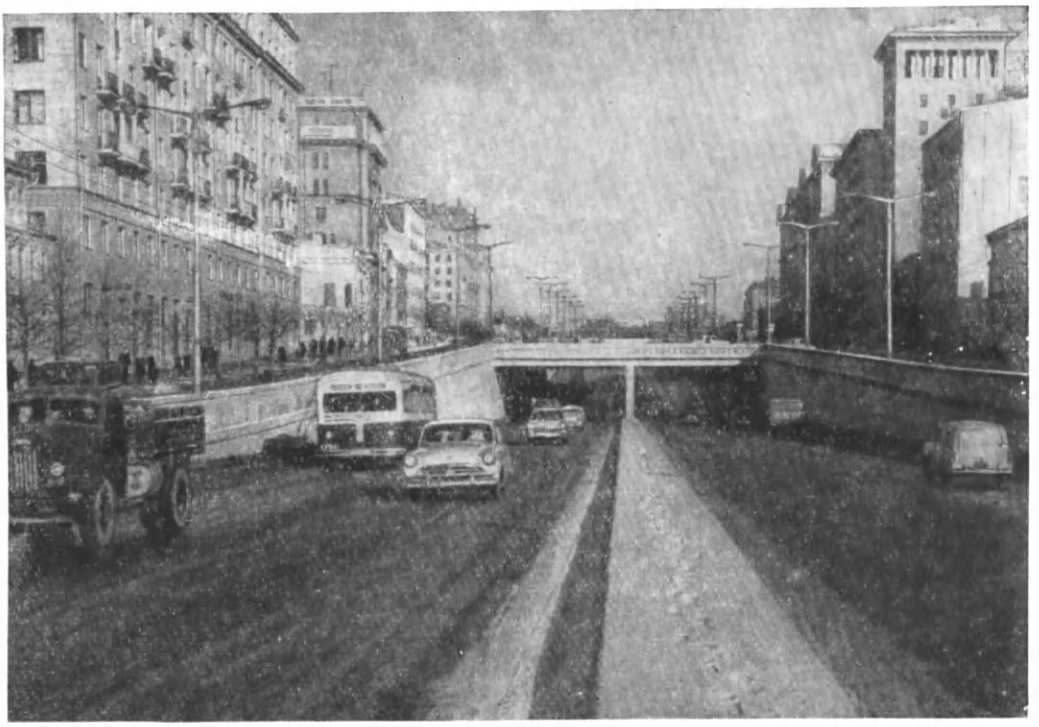


Схема устройства пешеходного тоннеля.

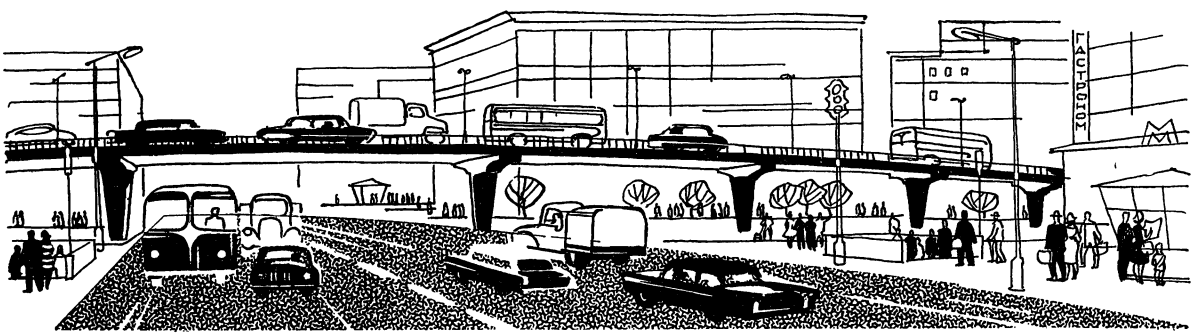


Транспортный тоннель позволяет машинам одновременно ехать по пересекающимся направлениям.

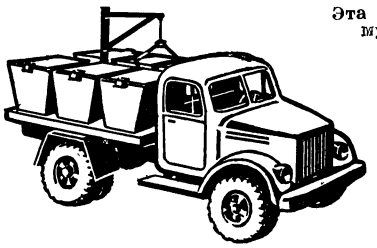
имеют различные планировочные мероприятия: устройство озелененных полос вдоль тротуаров и центральных разделительных полос на магистралях с двусторонним движением; укладка трамвайных путей на обособленном полотне; устройство «островков безопасности» для пешеходов на широких улицах, в средней зоне проезжей части; расширение проезжей части улицы или дороги там, где расположены остановки троллейбуса или автобуса.

Еще больше пользы приносит строительство в больших городах пешеходных и транспортных тоннелей и эстакад. Правда, это обходится довольно дорого. Но затраты быстро окупаются. Ведь тоннели и эстакады позволяют значительно увеличить скорость транспортного потока, сэкономить немало бензина, который машины тратят впустую, стоя на перекрестках, и т. д. В Москве уже много таких тоннелей — на улице Горького, проспекте Карла Маркса, на Садовом кольце и на других магистралях.

Чтобы разгрузить транспортное движение в городах, междугородные автомобильные дороги теперь строят в обход населенных пунктов. Такая же задача возложена и на московскую кольцевую автостраду (см. ст. «Автомобильные дороги»).

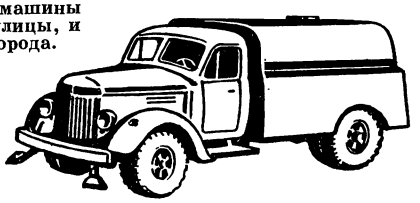


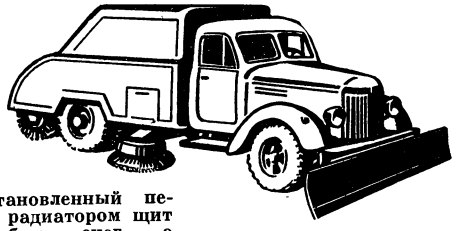
Эстакады, так же как и тоннели, позволяют устранить задержки движения городского транспорта.



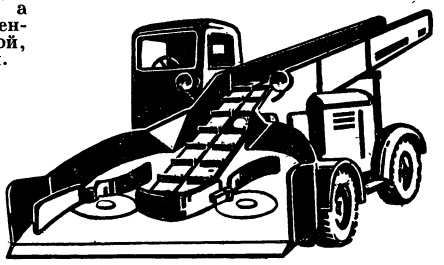
Эта машина вывозит мусор из города.

С помощью такой машины можно полить и улицы, и зеленый наряд города.





Установленный перед радиатором щит сгребает снег, а щетки, расположенные под машиной, сметают остатки.



Когда снег собран в кучи, наступает очередь этой машины. Захваты подают снег на транспортер, а оттуда он попадает в кузов самосвала.

Город совершает утренний туалет

...Близится утро. Почти не видно прохожих, население города еще спит. По свободным улицам и тротуарам медленно движутся различные уборочные машины. Город совершает утренний туалет.

Вот работает п о л и в о ч н о-м о е ч н а я машина. Ее центробежный насос с большой силой выбрасывает воду через сопла, и она смывает пыль и мусор к тротуару; здесь его собирают другие машины. Поливочно-моечная автоцистерна имеет и еще одно назначение — она поливает также и зеленый наряд города:— сады, парки, бульвары, разделительные зеленые полосы на улицах и автомобильных дорогах.

А когда приходит зима, поливочно-моечные машины на несколько месяцев меняют профессию. На них ставят специальное с н е г о о ч и с т и т е л ь н о е устройство, состоящее из плуга и вращающейся щетки. Плуг, широкий металлический нож, установленный перед машиной, счищает толстый слой снега, а расположенная под цистерной щетка сметает остатки.

Вслед за снегоочистителями движутся с н е г о п о г р у з ч и к и. Мощными захватами они сгребают собранный в гряду снег на специальный лоток, а оттуда по транспортеру он отправляется в самосвалы. Теперь остается вывезти снег за черту города и посыпать дороги и тротуары песком (это тоже делают специальные машины).

Улицы города готовы к приему пешеходов и транспорта.

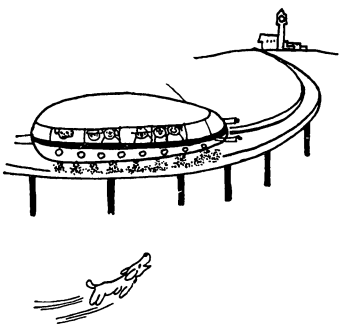
■

Без колес и без рельсов

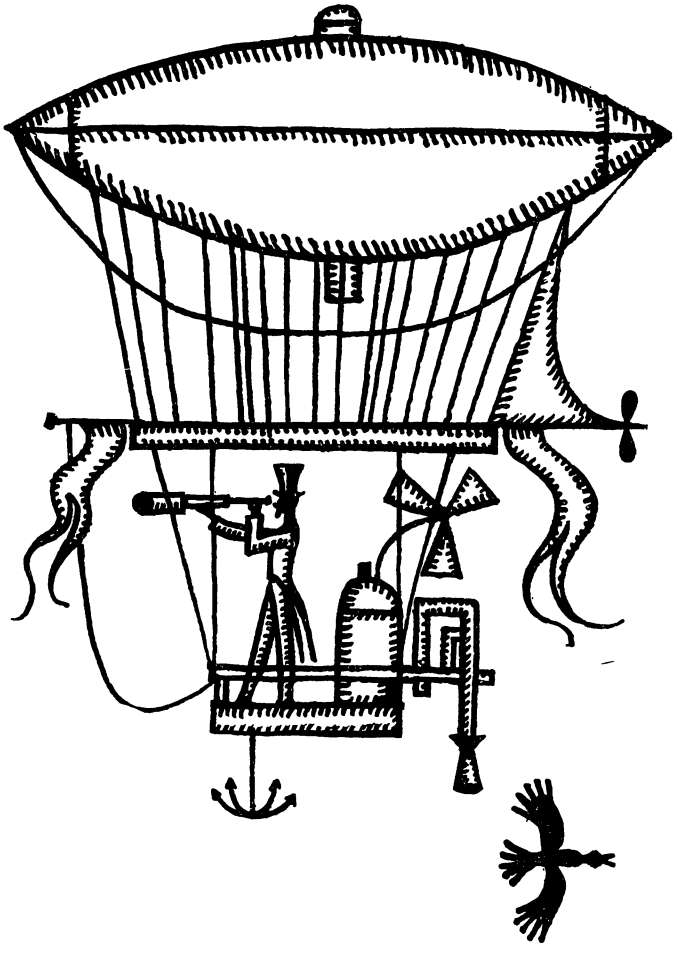
Его называют «летающим» вагоном. Он очень похож на воздушный лайнер. У него два этажа. На первом принимают и укладывают багаж. И не только чемоданы, но и велосипеды, мотоциклы, даже автомобили. А на втором размещаются 150 пассажиров.

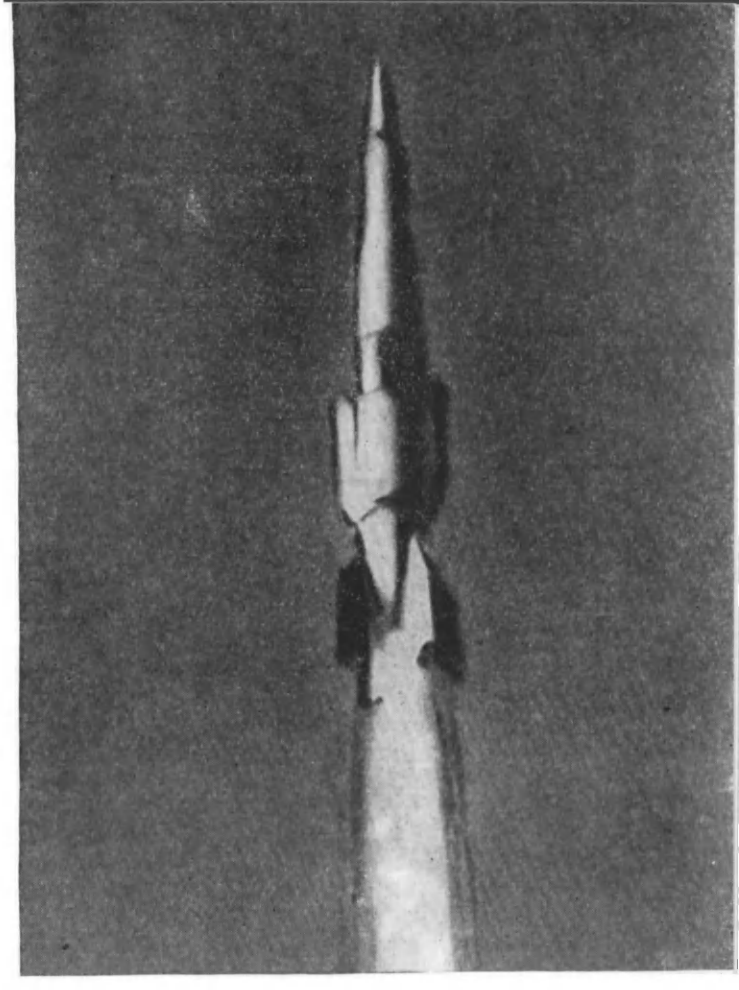
Наступает час отхода. Но у вагона нет колес! Как же он передвигается?

Оказывается, он опирается на воздушную подушку. Вдоль его днища тянутся специальные желоба. В них реактивный двигатель нагнетает воздух, который немного приподнимает вагон над полотном дороги. Теперь достаточно включить еще один небольшой реактивный двигатель на хвосте, и вагон летит по особому железобетонному лотку, укрепленному на специальных подставках—фермах.



«Летающий» вагон сконструирован в Англии. Его уже испытали. Наивысшая скорость 380 *км/час*. Первая эксплуатационная линия соединяет Лондонский аэропорт с английской столицей.





ТЕХНИКА НА СЛУЖБЕ НАУКИ, ИСКУССТВА И БЫТА

БЕЗ ТЕХНИКИ НЕЛЬЗЯ ШАГАТЬ В БУДУЩЕЕ

Великолепные достижения современной науки поражают воображение. Вспомните: квантовая электроника и операции на сердце, сверхпрочные волокна из доменных газов и открытие новых трансурановых элементов, победа над энергией атомного ядра и выход человека в космическое пространство. Но когда речь идет о победах науки, нельзя забывать и о той важной роли, которую при этом играет техника.

Для всех стали привычными слова «научно-технический прогресс». Но, как известно, у этой формулы две стороны. Во-первых, техника постоянно берет на вооружение самые последние достижения физики, химии, математики. Во-вторых, современная техника дарит ученым такие средства исследований, без которых многие научные открытия были бы невозможны.

Армия созданных техникой «помощников» ученых постоянно растет. Электронные микроскопы позволяют рассмотреть молекулу, а радиотелескопы — «услышать голос» далеких звезд и галактик; океанологи в батискафах

опускаются на океанское дно, а искусственные космические тела — лаборатории-спутники, автоматические межпланетные станции, космические корабли — помогают астрономам, геофизикам и представителям других наук.

А электронные вычислительные устройства? Человек, вооруженный арифмометром, может за день произвести тысячу арифметических действий. Если же он воспользуется электронно-счетной машиной, за то же время он сможет произвести миллионы действий. Недаром сейчас во многих институтах различного профиля работают электронно-счетные машины. Создан Вычислительный центр и при Госплане СССР. Он берет на себя многие функции по составлению народнохозяйственных планов.

Помогает техника также и улучшению быта людей. Взять хотя бы стирку белья. Еще недавно это был только тяжелый ручной труд. Теперь машины не только стирают, но и сушат, гладят и даже упаковывают белье в целлофановые пакеты.

Автоматы продают газеты и спички, молоко и масло, они разменивают монеты, проверяют билеты в метро, по телефону сообщают нам время, на улицах регулируют движение транспорта. Дома мы пользуемся пылесосом и полотером, соковыжималкой и картофелечисткой. Нашу жизнь украшают радиоприемники и телевизоры, магнитофоны и проигрыватели.

Без помощи техники не обходится сегодня и искусство. Сложнейшая техника «служит» кинематографистам, могучие машины работают за кулисами театров. Современная техника дала людям видеомагнитофон. На его пленку можно записать не только голос, но и изображение.

Без техники нельзя шагать в будущее. И успехи всех ее областей изменят не только промышленность и сельское хозяйство, транспорт и средства связи. Без этих успехов затруднилось бы развитие науки, невозможным стало бы дальнейшее улучшение жизни и быта людей.

■

МАШИНЫ-МАТЕМАТИКИ

Долог и сложен был путь развития вычислительных средств. Камушки, косточки, ракушки, узелки на веревочках — первые примитивные *орудия* счета. Затем появились таблицы — первые примитивные *устройства* счета. Шло время, и им на смену пришли арифметические *машины*. Но они были еще очень несовершенны.

Развивались наука и техника, совершенствовалось производство. Горы расчетов и океаны цифр заставили человека ускорить счет, свести к минимуму свое непосредственное участие в работе счетных машин. Их снабдили моторами, научили «читать» и «запоминать» числа. В век автоматов стала автоматом и счетная машина. Ее научили управлять вычислительным процессом и контролировать его. В самый совершенный *автомат* превратила счетную машину электронная техника.

Счетный автомат

Одним из первых автоматов для счета была счетно-записывающая машина — т а б у л я т о р. Он может самостоятельно не только вести счет — складывать, умножать, делить числа, автоматически комбинировать эти действия, но и осуществлять некоторые логические операции. Все это машина делает с помощью п е р ф о к а р т — картонных стандартных прямоугольников со срезанным левым углом (срез позволяет легко выявить неправильно уложенную карту).

В типографии на ней печатается цифровая сетка в виде 80 колонок цифр. В каждой колонке цифры помещены сверху вниз — от 0 до 9. Это позиции, т. е. места возможной пробивки отверстий. Кроме того, на карте между девятым и восьмым рядами есть нумерация рядов колонок.

В таком виде картонный прямоугольник «нем». Чтобы он «заговорил», надо пробить отверстия в позициях колонок. Их пробивают, или, как говорят, перфорируют, на специальной машине — п е р ф о р а т о р е. После него карты поступают на другую машину — к о н т р о л ь н и к, который проверяет, на том ли месте, где надо, сделаны отверстия.

Допустим, что отверстия в перфокарте в нашем примере показывают данные рабочего наряда токаря. За месяц на большом предприя-

тип собираются сотни тысяч карт. Когда нужно подсчитать зарплату рабочим, получить данные о выполнении плана или стоимости продукции, вступает в действие сначала электрический сортировщик. Со скоростью 25 тыс. карт в час он группирует их по определенным признакам в отдельные пачки. Затем они поступают на табулятор.

Здесь сначала происходит чтение перфозаписей. Это делает специальный блок из 80 щеточек — по числу колонок в перфораторе. Щеточки соединены проводами со счетчиками и печатающими механизмами. Перфокарта идет в табуляторе десятками вперед. Щеточки ощупывают сначала все девятые, затем восьмые позиции и т. д.

Вот в карте оказалась пробитой восьмая позиция в тринадцатой колонке. Щеточка замкнет электрическую цепь, сработает электромагнит цифрового колеса, и оно начнет поворачиваться. Карта сместится на одну позицию — седьмую, колесо повернется на одну цифру и покажет 1. Карта сместится еще на одну позицию — шестую, и колесо покажет 2. А когда под щеточку подойдет нулевая позиция, поворот цифрового колеса оканчивается: оно повернулось на восемь позиций и показывает цифру 8. Таким образом, восьмерка с перфокарты передана в разряд счетчика, соответствующий тринадцатой колонке. Так же производится и суммирование.

А кто же управляет быстрой и сложной машиной? Все те же перфокарты и щеточки. В табуляторе, кроме описанного устройства — нижнего воспринимающего механизма, есть второе такое же устройство — верхний воспринимающий механизм с таким же блоком щеточек. Он и осуществляет управление машиной.

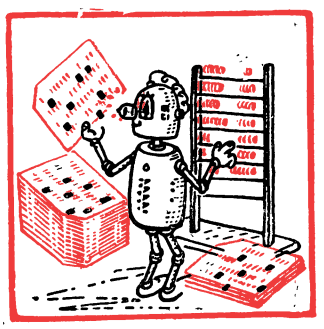
Управление основано на сравнении двух идущих друг за другом перфокарт, когда одна из них находится в нижнем воспринимающем устройстве, другая — в верхнем. Если признаки карт одинаковы, машина продолжает суммировать, но если вдруг изменится признак на очередной карте, электрическая цепь размыкается и суммирование автоматически прекращается. Машина записывает итог по прошедшим картам и лишь после этого переходит к подсчету сумм по картам следующей группы.

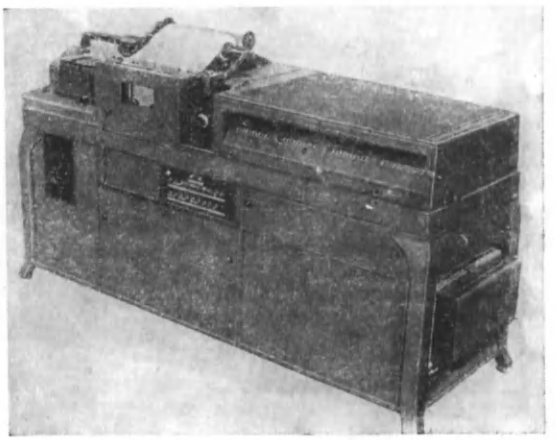
Проследим теперь за электрическим импульсом. Он возник, когда щеточка попала в отверстие перфокарты, и дал команду машине — заставил сработать счетчик. Он же участвовал в автоматической записи итогов, и он же автоматически управляет табулятором.

Чтобы электрический импульс совершил сложный путь внутри машины, концы всех электрических цепей, связанных со щеточками, счетчиками, печатающими механизмами, выведены на коммутационную доску. Это пульт распределения электрических импульсов. Отсюда они с помощью переключателей распределяются по всей машине.

Система управления современным табулятором необычайно гибкая и многосторонняя. Хороший табулятор может обработать до 10 тыс. перфокарт в час. Советские инженеры еще в 1950 г. создали одну из лучших счетно-перфорационных машин — табулятор Т-5. В ней установлено восемь 11-разрядных счетчиков. Это значит, что одновременно можно суммировать восемь столбцов многопозиционных чисел — 70 тыс. сложений в час! За это время сто счетных работников сделают лишь 25 тыс. действий.

Советские ученые и конструкторы продолжают упорно работать над совершенствованием счетно-перфорационных машин. Однако, как бы их ни улучшали, у них есть один серьезный недостаток: перфокарта сдерживает производительность. Ведь от машины к машине ее переносит человек. Это не позволяет создать





Счетно-записывающая машина — табулятор — может не только самостоятельно вести счет, но и осуществлять некоторые логические операции. На снимке: табулятор Т-5.

единого потока чисел. Но ученые и инженеры после долгих поисков сумели построить единую машину для быстрого автоматического выполнения длинной цепочки математических действий.

Молниеносный счет

Молниеносный автоматический счет выполняют быстродействующие электронные счетные машины. Вот одна из них — БЭСМ.

Основная деталь этой машины — своеобразное реле, так называемый триггер. Это устройство, с помощью которого в электронных машинах ведутся запись и счет чисел.

Упрощенно триггер можно представить в виде двух электронных ламп, смонтированных в одной колбе. Электрически они соединены так, что если первая лампа включена, то вторая обязательно будет выключена, и наоборот. Одно из таких устойчивых состояний триггера условились считать единицей (1), а другое — нулем (0).

Каждый новый электрический импульс, подаваемый на сетки ламп, поочередно то пропускает поток электронов в одной из них, то останавливает его. И в точном соответствии с этим импульсом триггер тотчас меняет свое состояние — показывает то 1, то 0.

В любом из двух состояний он может пребывать как угодно долго, пока не поступит новый импульс. Следовательно, триггер может «помнить» 1 или 0 до тех пор, пока не поступит новый сигнал. Так, переходя из одного состояния в другое, или, как говорят, «опрокидываясь», триггер позволяет отмечать импульсы.

Механическое устройство обычно срабатывает за 0,5 секунды, электрическое (выключатель) — уже за 0,035 секунды, а «опрокидывание» триггеров благодаря особенностям электронных ламп происходит с невероятной быстротой — за 0,000001 секунды. Как мы увидим в дальнейшем, в этом и заключается один из секретов быстрого счета электронной машины.

Но законно возникает вопрос: триггер записывает только 1 и 0, а как же записать в машине все остальные числа? Чтобы ответить на это, надо познакомиться с двоичной системой счисления в ст. «Электронные вычислительные машины» в т. 2 ДЭ.

Электронные цепочки

Чтобы триггеры считали, их собирают в триггеровые цепи-счетчики. Перед нами четыре триггера, объединенных в цепь. У каждого из них по два входных и выходных контакта. Перед началом на триггерах зафиксировано состояние «нуль», т. е. цепь-счетчик показывает 0000.

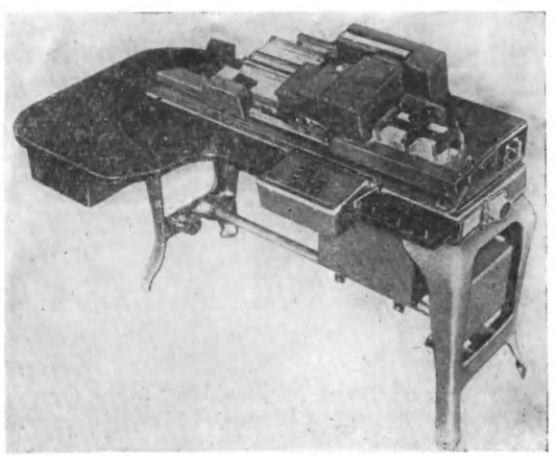
Теперь представим себе, что на входные контакты первого справа триггера подан электрический сигнал — импульс. Он «опрокинется» и покажет 1, а на остальных останется 0. Следовательно, цепь даст 0001.

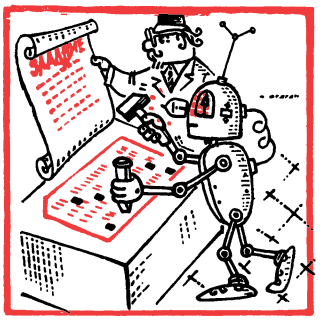
Передадим теперь второй импульс. Первый триггер выключится (опять даст 0) и передаст импульс на следующий триггер. На нем зафиксируется единица. Цепь покажет 0010.

Такую систему триггеров можно сравнить со счетами, на каждой палочке которых всего по две костяшки. Когда все костяшки одной палочки на счетах передвинуты справа налево, надо передвинуть одну костяшку на следующей палочке, а эти вернуть в исходное положение. То, что на счетах делают пальцы, в триггерах-счетчиках производят электроимпульсы.

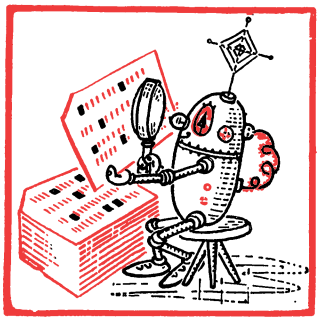
Для счета и записи цифр у машин есть еще и другие устройства. Среди них важную роль играют так называемые вентили.

Представьте себе цепь из источников тока,

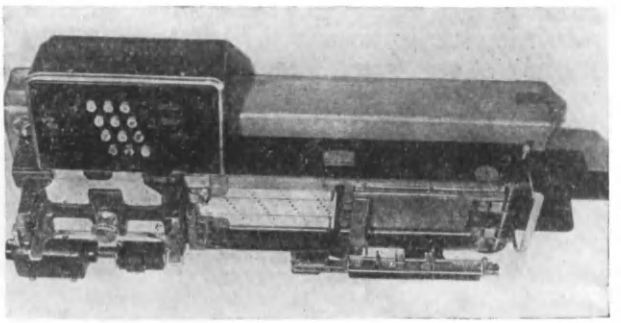




Машина-автомат заставляет «говорить» картонные прямоугольники — перфокарты. На снимке: итоговый перфоратор ИП-45.



Правильно ли сделаны отверстия в перфокарте, на том ли месте, где надо? Это тоже проверяет автомат. На снимке: контрольник К-45.



звонка и двух выключателей, включенных последовательно. Чтобы звонок зазвонил, нам надо одновременно включить **и** первый **и** второй выключатели. Это модель схемы вентиля совпадения. Теперь в той же цепи расположим выключатели параллельно. В этом случае, чтобы звонок зазвонил, надо включить **или** первый, **или** второй выключатель. Это модель схемы вентиля разделения. Наконец, существует и третья схема вентиля — ее иногда называют схемой наоборот. Здесь звонок **не** будет звонить тогда, когда включен выключатель. Эта схема противоположна схеме совпадений.

Так получаются электронные цепи трех логических операций: «**и**», «**или**», «**не**».

Невидимым пером

Вам надо решить задачу. На бумаге вы записываете ее данные, условие, затем само решение. При этом почти всегда приходится записывать (для памяти) и промежуточные результаты вычислений. Каждый улыбнется, вспомнив, как иногда, производя умножение, он вслух произносит: «Семью пять — тридцать пять, пять пишем, три в уме». То же самое приходится делать и вычислительной машине. И она в подобном случае ПЯТЬ «записывает», а ТРИ «запоминает».

Для этого у нее есть специальное оперативное запоминающее устройство. В него откладываются те данные, которые снова потребуются через короткий промежуток времени.

С одним видом «оперативной памяти» мы уже знакомы. Это триггерные цепи. В них, как мы знаем, могут до поступления новых сигналов — электрических импульсов — храниться двоичные знаки «0» или «1». Но такая «память» очень неудобна. В нее надо ставить много электронных ламп, а это приводит к значительным размерам «памяти» и к большому расходу энергии. Быстрая и удобная «память» была создана в свое время с помощью специальных электроннолучевых трубок.

Как известно, светящийся экран телевизора — это дно электроннолучевой трубки. В него ударяется электронный луч и выбивает электрические заряды. Автоматически изменяя скорость потока электронов, можно выбивать то больше, то меньше электрических зарядов. Причем они имеют два рисунка: точка и кольцо. Заряд в виде точки — это единица, а в виде кольца — нуль.

Длительность такого запоминания всего 0,1 секунды. Поэтому электронный луч беспрерывно обегает экран трубки, «освежая память».

Чтобы прочитать коды, на экран трубки в требуемую точку повторно направляется электронный луч. Ощупывая экран, он как бы выбивает из него импульсы, которые соответствуют сделанной на нем записи. Считывание и запись чисел происходят за 0,00001 секунды.

Этот вид «памяти» уже не самый прогрессивный. Созданы другие виды «оперативной памяти», еще более быстродействующие. Например, «память» на ферритовых (магнитных) кольцах позволяет считывать числа за одну десятимиллионную долю секунды!

«Оперативная память» машины может хранить одну-две тысячи чисел. Ну, а как быть, если надо запомнить сто тысяч, миллион?

Что делает человек, когда не может все удержать в памяти? Он заводит записную книжку. Такая книжка есть и у машины — это внешнее запоминающее устройство. В нем числа запоминаются так же, как «запоминается» музыка или речь, записанные на магнитной ленте магнитофона.

Главная деталь магнитофона — специальная магнитная головка, связанная с усилителем. Через него поступают сигналы-импульсы,

создающие в головке магнитный поток. Поступил импульс — и на ленте наводится магнитное пятнышко. Это единица. Нет пятнышка — нуль. А когда машине надо «вспомнить», та же головка превращает запись в сигнал. Есть пятнышко — появляется сигнал. Это единица. Нет пятнышка — нет сигнала. Это нуль.

В электронных вычислительных машинах обычно устанавливают несколько устройств «памяти» на магнитной ленте. На узкой ленте длиной с полкилометра на каждом миллиметре записывается до 15 импульсов. Одна лента позволяет «запомнить» сотни тысяч чисел. Скорость выборки или записи в такой памяти по сравнению с оперативной невелика — «всего» несколько десятков тысяч цифр в секунду. Но зато бобины с лентами во время работы легко меняются, устройств «памяти» можно ставить сколько необходимо. Имеются машины, внешняя «память» которых состоит из 100 «магнитофонов». Она способна оперировать гигантским количеством чисел — до 1 млрд. знаков!

Как видим, «оперативная память» машины позволяет быстро считывать числа, но количество запоминаемых данных у нее ограничено. Во «внешней памяти», наоборот, можно записать миллионы и даже миллиарды чисел, но выборка из-за большой длины магнитных лент происходит медленно. Поэтому возникла необходимость в дополнительной памяти, которая совмещала бы в себе оба устройства — большое количество запоминаемых данных и быстроту их выборки. Для этой цели служит специальный магнитный барабан. Это, по сути дела, очень широкая магнитная лента, на которой можно записать до 30 тыс. чисел. Барабан вращается со скоростью 12 тыс. *об/мин.*

Электронная арифметика

Сколько времени понадобится вам, чтобы сложить несколько шестизначных чисел? Попробуйте, и вы убедитесь: уходит полминуты, а то и минута. Машина делает это несравненно быстрее: она выполняет до 10 тыс. и больше арифметических действий в секунду.

Такой головокружительной быстроты счет осуществляет сумматор. Он составляется из комбинации знакомых уже нам триггерных цепей-счетчиков и вентилей-переключателей. При этом одна цепочка триггеров-счетчиков записывает первое слагаемое, вторая — второе, третья фиксирует получаемую сумму. А вентили, подобно стрелкам на железной дороге, дают дорогу импульсам тока, которые ведут счет.

Сумматор — основа арифметического устройства, главнейшая часть электронной счетной машины. Все многообразие математических операций сводится в нем к простому арифметическому действию — сложению. Ну, а это дает арифметическому устройству возможность в сочетании с другими частями машины производить любые расчеты даже из области высшей математики.

Электронный «командир»

За последовательностью выполнения операций счетной машины следит управляющее устройство. Оно читает программу вычислений и дает команды разным частям машины: кому и когда вступать в действие, что и как делать. Каждая команда имеет две части: адресную и операционную. Операционная говорит, что́ надо сделать (какую операцию), а адресная — откуда взять число для этой операции. Управляющее устройство состоит из двух частей: регистра команд и счетчика команд. В регистре хранится выполняемая команда (что нужно сделать и где взять число для операции), а в счетчике — адрес следующей команды (где эту команду получить).

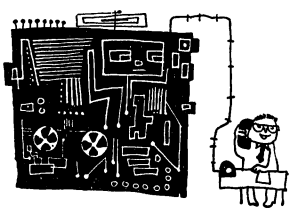
Во многих счетных машинах существует жесткая последовательность: после того как

МАШИНА ГОВОРИТ ПО ТЕЛЕФОНУ

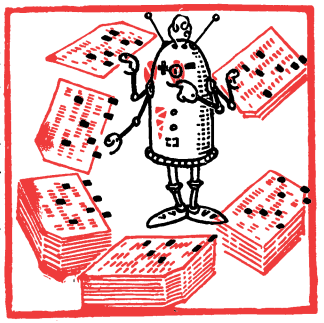
Уже давно никто не удивляется, когда счетно-вычислительная машина производит в секунду тысячи сложных вычислений. Привычно и то, что с итогами молниеносных действий машины можно без промедлений познакомиться на месте. Но вот в 1964 г. кибернетика вновь всех удивила: счетно-вычислительная машина смогла результат своей работы передать ... по телефону. Да еще человеческим голосом.

«Научили» машину такому техническому новшеству ученые США. Они сконструировали специальное приемо-передаточное звуковое устройство.

Основу его составляет магнитный барабан. Сначала он накапливает «запас слов»: оператор, получив результат заданной задачи, наговаривает его на магнитный барабан. Барабан сохраняет голос и слова и, когда нужно, комплектует из этих слов фразу ответа на другие задачи. Машину спрашивают, и она отвечает голосом оператора.

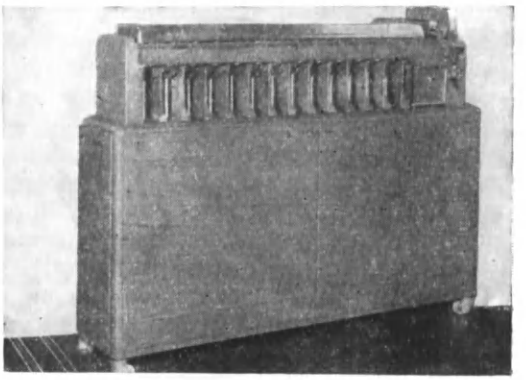


выполнена команда из первой ячейки памяти, берется команда из второй, третьей и т. д. Но программа позволяет прерывать такую последовательность с помощью команд о переходах, которые либо безусловно, либо при каком-то условии говорят, из какой ячейки взять следующую команду.



Это дает возможность машине на основе полученных в ходе решения задачи результатов выбирать программу дальнейших действий. Например, если результат какого-либо вычисления получится больше нуля, положительный, то машина берет следующую команду из одной ячейки; если меньше нуля, отрицательный,— то из другой.

Такие действия несколько напоминают разумные действия человека, ищущего правильное решение при расчетах. Поэтому может показаться, что счетная машина «способна обдумывать» решение задачи. На самом деле она лишь механически выполняет волю людей, переданную командами.



Электронный сортировщик группирует карточки по определенным признакам в отдельные пачки. На снимке: сортировальная машина С-80-2.

Сутки вместо ста лет

Одна быстродействующая электронная счетная машина может заменить армию вычислителей в несколько десятков, а иногда и сотен тысяч человек. Чтобы только обеспечить их рабочим местом, надо было бы построить десяток многоэтажных зданий. Экономия, которую такая машина дает народному хозяйству, исчисляется многими миллионами рублей. Армия вычислителей — и одна машина!

Расчет, который требует, допустим, одного года труда вычислителя, для большинства конструкторских бюро раньше считался практически неприемлемым. А теперь считают простой задачу, которая раньше требовала ста лет работы вычислителя. Для БЭСМ, например, это всего сутки работы.

Машины-математики проникают теперь во все области научной и хозяйственной работы. Электронные машины работают в вычислительных центрах многих городов страны, в институтах, научно-исследовательских лабораториях, конструкторских бюро, в заводоуправлениях, на транспорте и т. д.

Есть и еще замечательное применение электронно-вычислительных устройств. Они позволяют автоматизировать почти любой производственный процесс и освободить высококвалифицированных рабочих, техников, инженеров от управления машинами (подробно об этом рассказано в статьях раздела «Автоматика»).

Вычислительные машины завтрашнего дня

Ученые и конструкторы успешно работают над совершенствованием машин-математиков.

Растет скорость работы электронных вычислительных машин. Уже есть машины, делающие сотни тысяч вычислений в секунду. Проектируются и строятся машины на миллионы вычислений в секунду!

Много преимуществ дает замена в счетных машинах электронных ламп полупроводниковыми элементами. Электронная лампа работает от 1 до 10 тыс. часов, а полупроводниковое устройство — до 100 тыс. часов. Полупроводниковые приборы миниатюрны. Объем некоторых из них не превышает долей кубического сантиметра — не больше спичечной головки.

Еще в 1957 г. в СССР была создана первая в мире малогабаритная машина без единой лампы — на полупроводниках. Она весила всего 45 *кг* и умещалась на половине письменного стола. А для ее питания достаточно всего 200 *вт* — столько мощности потребляет средняя осветительная лампочка.

Сегодня в машинах работают специальные высокочастотные транзисторы и так называемые тоннельные диоды

для сверхбыстродействующих вычислительных установок, запоминающие элементы на тонких ферромагнитных пленках, получаемых испарением ферромагнитного сплава в вакууме. Сконструированы твисторы — ячейки, хранилища информации на магнитной проволоке, и параметроны — быстродействующие элементы, электрическая емкость или индуктивность которых меняют свою величину в зависимости от заданных сигналов.

Много обещает дать использование в счетных машинах явления сверхпроводимости некоторых металлов. Такие металлы перестают оказывать какое-либо сопротивление электрическому току, если их поместить в жидкий гелий (температура —270°). Основанный на этом принципе счетный элемент назвали криотроном (от греческого слова, означающего «холод»). Пленочный криотрон реагирует на изменение тока почти мгновенно. Кроме того, эти элементы очень малы — пятьдесят штук их умещается на ногте большого пальца! Но и это не все: ученые надеются в ближайшее время получить для вычислительных машин элементы таких размеров, что в кубическом сантиметре можно будет поместить миллиарды криотронов.

По-новому происходит и сборка математических машин. Все они состоят из узлов и блоков, которые соединяют в общую схему. Блоки эти стандартизированы, и изготовляют их крупными сериями. Грандиозные перспективы открыло для автоматизации сборки вычислительных машин применение блоков-модулей.

Сборкой из этих сверхминиатюрных типовых деталей электронных машин может управлять сама электронная машина. Надо только заложить в нее программу последовательности операций.

Какими будут электронные вычислительные машины ближайшего будущего? Заглянув вперед, можно увидеть, как инженеры-химики прямо из растворов выращивают системы кристаллов — готовые схемы электронных машин-математиков. Тогда многие типы электронных машин предстанут перед нами в виде красивого устройства размером с наручные часы. А мощная универсальная установка для научных исследований сможет содержать миллиарды элементов. У нее будет неограниченная «память» и сверхбыстрое действие. Высказываются предположения об использовании в вычислительных машинах света. От точки к точке он будет посылаться по светопроводам импульсами со скоростью около 300 тыс. *км/час*. Микроэлемент, в котором работает световой луч, может быть молекулой и даже атомом! Возможности таких машин будут практически безграничны.

■

МАШИНЫ-ПЕРЕВОДЧИКИ

Английская фраза «We want to know the future path of Jupiter in the heavens or the path of an electron in an electron microscope, we resort to differential equations...» переведена машиной. Перевод звучит так: «Хотим ли мы знать будущий путь Юпитера в небесах или путь электрона в электронном микроскопе, мы прибегаем к дифференциальным уравнениям...»

Как же машина переводит?

Давайте проследим по этапам, что происходит в ней с момента ввода английской фразы до того, как она даст ее перевод на русский язык.

Сначала в вводное устройство машины вставляют бобину с лентой, на которой записан английский текст. Но он записан не знаками, а отверстиями, как на перфокартах. Это код переводимого текста. Рядом ставится бобина с узкой магнитной лентой. Это программа работы машины по переводу. «Память» машины хранит в своих ячейках расположенные в строгом порядке русские слова — рядом с соответствующими им английскими словами.

Когда переводит человек, он пользуется словарем. Машина-переводчик тоже. Только в ее словаре слова «записаны» не буквами, а числами. Для нее буквы пришлось специально переводить на машинный «язык». Английское «а» стало 16, «b» — 06, «w» — 13, «m» — 11, «n» — 15, «x» — 09 и т. д. И русские буквы стали числами: «а» — 16, «б» — 06, «в» — 13, «м» — 11, «н» — 15 и т. д.

Перевод начинается с того, что машина отыскивает по своему словарю введенные в нее на ленте слова. Вот машина нашла слово. Но не ошиблась ли она? Как проверить? Арифмети-

Английский текст, предназначенный для перевода, кодируется с помощью специальной таблицы. Буквы заменяются цифрами и наносятся на бумажную ленту в виде отверстий. Закодированный текст в виде перфорированной ленты подается в машину. Согласно программе машина начинает перевод.

В своем словаре машина ищет слово, соответствующее заданному на перфоленте. Если при вычитании из числа-слова, заданного в словаре, числа-слова, заданного на перфоленте, остаток равен нулю, слово найдено. В английском словаре найденное слово характеризуется своим номером. По этому номеру отыскивается соответствующее слово в русском словаре. Эти операции повторяются для каждого слова.

На основе программы перевода машина строит из найденных слов русское предложение. Получен перевод заданного текста, но пока в виде длинного ряда цифр. На буквопечатающем устройстве цифры заменяются буквами, и перевод готов!..

ческое устройство из каждого числа-слова в словаре вычтет число-слово, заданное перфолентой. Если остаток равен нулю, слово найдено. Операция такого сравнения занимает около десятитысячной доли секунды. Словарь в тысячу слов машина просматривает в доли секунды.

Затем машина обращает внимание на номер найденного в словаре английского слова-числа. Соответствующее по значению английскому слову русское слово находится в словаре под тем же номером. И слово это также записано числами. Если теперь перевести эти числа в соответствующие русские буквы, мы получим русское слово — перевод английского слова, введенного в машину.

Слова переведены, но русскую фразу машина построить еще не может. Сначала ей надо проанализировать грамматическую характеристику английских и русских слов — род, число, падеж, склонение и т. д. Эти характеристики в «памяти» машины тоже имеют вид чисел. Части слова — суффикс, окончание, предлог — и ар-

тикли английских слов переведены на доступный машине язык так называемой цифровой информации.

Только теперь машина начинает анализировать всю английскую фразу в целом, а затем строить русскую. Это делается на основе программы перевода, в которой есть разделы: «глаголы», «существительные», «прилагательные», «числительные», «синтаксис», «изменение порядка слов». Русское предложение, составленное из переведенных с английского слов, машина строит по правилам нашей грамматики.

Подойдем к выводному устройству машины. Здесь буквопечатающий аппарат — телетайп — слово за словом выдает на ленте переведенный текст, фразу из которого мы привели в начале статьи.

Для этого опытного перевода был составлен словарь из 952 английских слов и 1973 русских. Этот словарь очень маленький. Его едва хватает на перевод небольшого научно-технического текста. Для перевода на машинах более общих текстов необходимо тщательно проанализировать языки и подготовить достаточно сложную специальную «машинную грамматику». Надо язык записать в удобном для машины виде, выразив правила изменения слов и их сочетания в предложения в виде математических формул.

Разработка «машинной грамматики» — дело очень трудоемкое и сложное. Но наши ученые успешно работают в этой области, развивают новые принципы автоматического перевода. Особенно плодотворно в последнее время разрабатываются правила перевода с французского языка на русский.

Перевод с французского был произведен на машине «Стрела» с помощью 17 программ, содержащих 8500 приказов. Кроме того, около 2000 ячеек машины были заполнены таблицами.

Перевод в данном случае состоит из двух основных частей. Сначала анализируется строение французской фразы и накапливаются сведения о строении соответствующего русского предложения. Затем по накопленной информации строится русский текст.

Машина переводит отдельными фразами. При переводе предложения всего из 8—10 слов она делает 45—50 тыс. тактов, затрачивая на это 20—25 секунд, т. е. много больше, чем человек, знающий иностранный язык.

Проблема автоматического перевода находится на стыке трех наук — языкознания, математики и теории вычислительной техники. Содружество ученых этих специальностей уже привело к первым успехам. Но впереди еще, конечно, большие трудности.

■

МАШИНА ОБУЧАЕТ

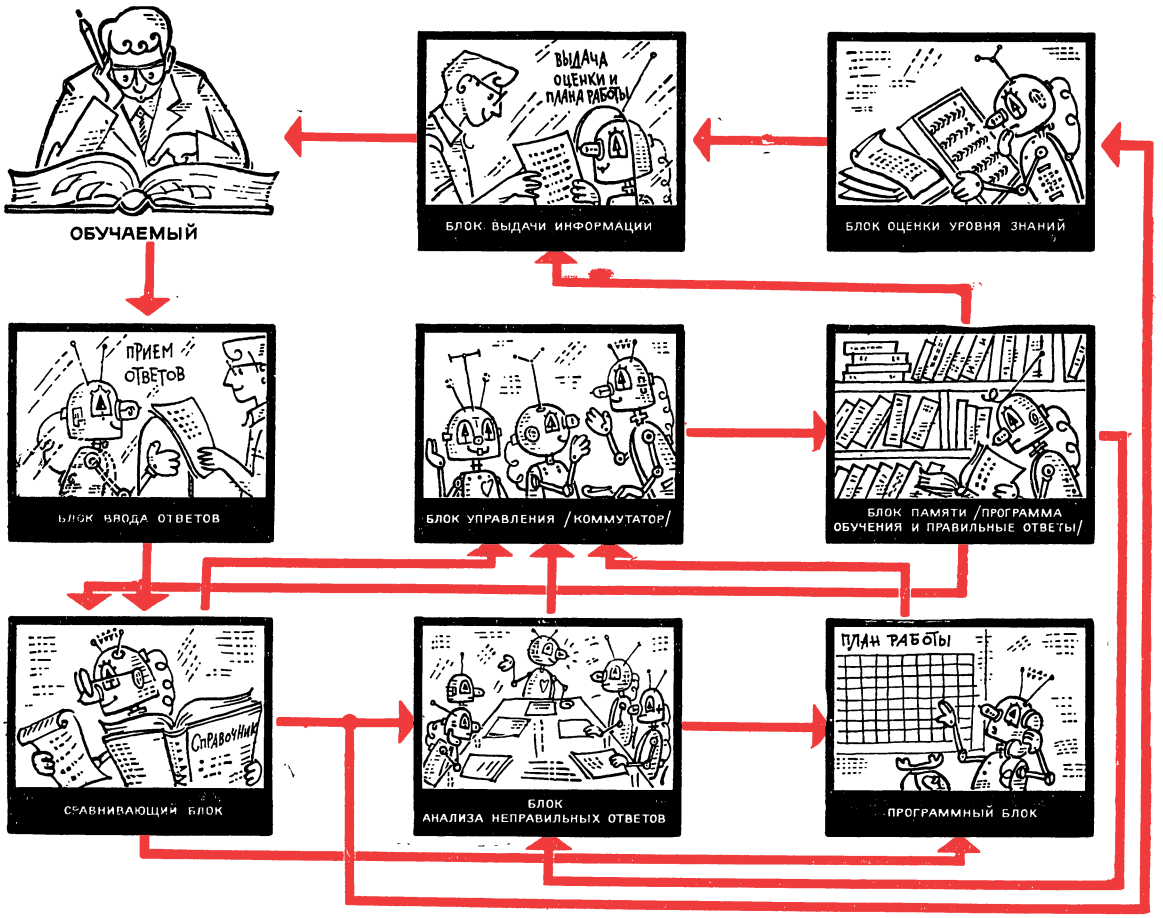
Мы все привыкли к тому, что всегда и везде, где чему-нибудь обучают, преподавание ведет человек. И вдруг читаем: «Обучает машина». Да еще можно услышать, что в определенных условиях машинное обучение может быть даже более эффективным.

Возможно ли это? Оказывается, возможно. Электронные устройства прекрасно справляются с этой работой.

Что делает учитель на уроке? Рассказывает о предмете и проверяет, как усвоена тема. Для своего рассказа учитель подбирает материал, составляет вопросы. Все эти процессы поддаются так называемому программированию, когда весь урок или раздел учебника расписывается подробно, с точными указаниями о порядке и способе подачи материала. Имея такую подробную программу, нетрудно заставить электронные машины последовательно выдавать учащимся необходимый им материал для усвоения какого-либо предмета, задавать вопросы и тут же оценивать знания учеников.

Это могут делать разные электронные машины. Их названия сами говорят за себя: «Лектор», «Консультант», «Тренажер», «Репетитор», «Контролер», «Экзаменатор». Есть и универсальные машины-«педагоги» — они и преподают, и экзаменуют, и консультируют, и контролируют.

Познакомимся с электронным «Репетитором». Он помогает в изучении иностранного языка. Учащийся нажимает кнопку, и на экране появляется фраза на этом языке с пропущенным словом, которое надо найти и вставить. Если учащийся ошибается, автомат ему просигналит красной лампочкой. Значит, надо нажать на кнопку, под которой написано: «Подсказка». Но не удивляйтесь: на самом деле это, конечно,



Блоковая схема обучающей машины «Репетитор».

не подсказка. Это устройство задает наводящие вопросы и помогает вспомнить пройденное.

Машина такого типа установлена в одном из институтов Харькова. Она успешно обучает студентов без помощи преподавателей всем математическим операциям, которые производятся на логарифмической линейке.

А вот другая машина. Она отмечает правильность ответа, сравнивая его с тем, который записан в ее «памяти». При этом она учитывает время, потраченное на подготовку, и выставляет оценку. Чем не экзаменатор! Такая машина может принять экзамены по 1025 билетам, т. е. практически по всем предметам, которые выносят на большую экзаменационную сессию в вузе.

Машина, ведущая обучение, работает так. Обучающийся получает тему. Она содержит теоретическую часть, решенный пример и задачу. Как только ученик решит задачу, он набирает на пульте номер своей темы и ответ. Нажимает кнопку, и машина мгновенно отвечает «правильно» или «неправильно». При правильном ответе ученик переходит к следующей теме. От темы к теме задачи усложняются. Ни одну из них не усвоишь, не проработав все предыдущие.

Если задача решена неправильно, на пульте загорается табло с номером. Это номер темы, где излагается правило, из-за незнания которого была сделана ошибка. После выдачи нескольких номеров вспомогательных тем неуспевающему ученику машина автоматически отключается. Она как бы заявляет, что с этим учеником она работать не может. Такому ученику необходима дополнительная подготовка.

Все больше и больше электронных машин применяется для обучения. От отдельных экспериментов уже переходят к их практическому

использованию. А в будущем, есть все основания полагать,— повсеместное внедрение таких машин в учебный процесс.

Ну, а что же будет с учителем, с человеком, который ведет сегодня обучение? Его роль с внедрением самых совершенных автоматов не только не уменьшится, но и обогатится новыми задачами. Ведь надо составлять программы для машин, надо эти программы все время совершенствовать. Это будут делать учителя, педагоги. Кроме того, педагог по-прежнему будет выполнять важнейшую часть всей системы образования — воспитание. А машина в учебном процессе будет его надежным помощником.

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОНСУЛЬТАНТЫ

«Кто последний?» — этот вопрос часто слышат в Бычислительном центре Академии наук СССР. Здесь принимают «заказы» на выполнение счетных работ. Кого только нет среди заказчиков! Гидропроект, Институт научной и технической информации, Главмосавтотранс, Институт физики Земли, Оргстанкинпром, Харьковский завод тяжелого машиностроения, Пермский сельскохозяйственный институт... Впрочем, все организации, которым нужна кибернетика, перечислить невозможно.

...У контрольного пункта машины «Стрела» склонились два инженера из Главмосавтотранса. Раз в десять дней они приходят сюда, чтобы рассчитать график перевозок строительных грузов по Москве. Объектов много, маршруты сложные, и выбрать наилучший вариант без помощи машины чрезвычайно трудно. А для «Стрелы» это сравнительно простая задача. Трест сэкономил в 1962 г. 3 млн. руб. за счет тех графиков, которые составлялись машиной.

Но у нее и другой работы много. Недавно на «Стреле» рассчитали наилучший вариант размещения посевов, животноводческих ферм и производственных помещений для четырех совхозов Московской области.

Пока «Стрела» занимается решением хозяйственных задач, на другой машине, БЭСМ-2, сотрудник Института научной и технической информации выясняет вопросы теории машинного перевода с одного языка на другой...

Электронно-счетные машины Вычислительного центра работают круглосуточно. Правда, каждый день с 9 до 13 часов с ними проводят четырехчасовой «урок математической гимнастики»: машины проходят проверку по специальным контрольным задачам. А по воскресеньям машины консультируют круглые сутки.

ТЕХНИКА ПОМОГАЕТ ИЗУЧАТЬ КОСМОС

Одной из самых жгучих загадок, во все времена волновавших ум человека, было небо — окружающий Землю космос. Планеты, звезды, туманности, кометы, космические лучи, радиоголоса космоса — какие только проблемы не возникают перед тем, кто дерзко пытается разгадать тайны Вселенной!

Бурный расцвет астрономии начался с изобретения т е л е с к о п а. Человек стал видеть неизмеримо дальше, его глаз стал во много раз острее. Точнейшие линзы и зеркала оптических систем современных телескопов имеют диаметр до 5 *м*. С их помощью удается увидеть галактики, удаленные от нас на огромные расстояния — примерно два миллиарда лет идет свет от этих галактик, пока не образует пятнышко в том месте слоя фотоэмульсии на пластинке, куда он попадает, собранный гигантской линзой телескопа.

Улучшается не только оптика. Большую помощь астрономии оказывают такие новые методы и средства, как телевидение, радиоэлектроника, кибернетика, многие достижения новейшей физики и т. п. Благодаря им удается фиксировать на небе все более слабые источники света, разглядывать на поверхности планет более тонкие детали.

И все же возможности оптических приборов в изучении космоса принципиально ограничены тем, что эти приборы находятся на поверхности Земли, на дне величайшего воздушного океана. Рассеяние света атмосферой, придающее нашему небу такой красивый голубой цвет, резко ограничивает «рабочее» время астрономов, сводя его, как правило, к нескольким ночным часам.

Принцип действия важнейших узлов электронной вычислительной машины. *Слева вверху* — схема работы триггера и триггерной цепи. *Справа вверху* — условные схемы работы вентилей совпадения, вентилей разделения и вентилей, действующих по «схеме наоборот». *Слева внизу* — принцип работы сумматора. *Справа внизу* — схема устройства памяти на ферритовых кольцах.

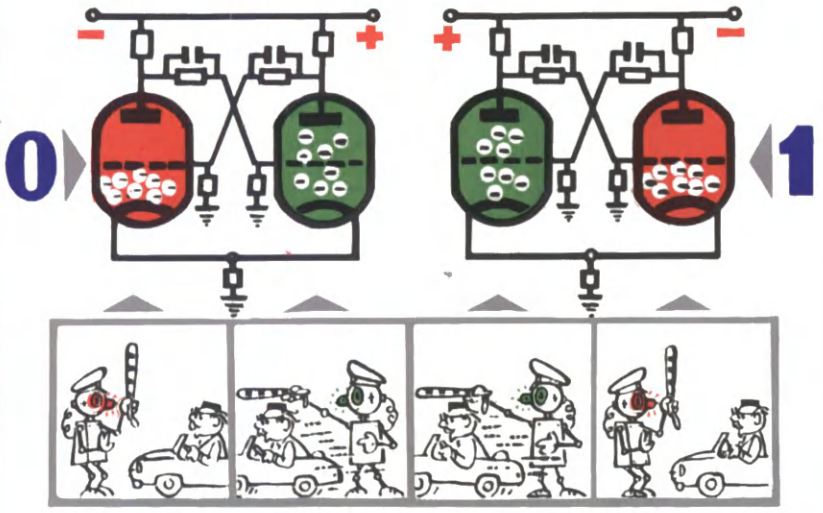
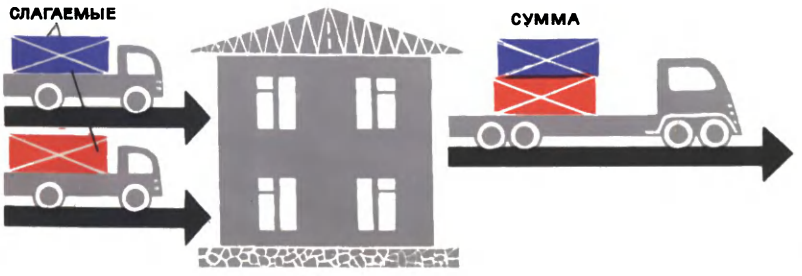


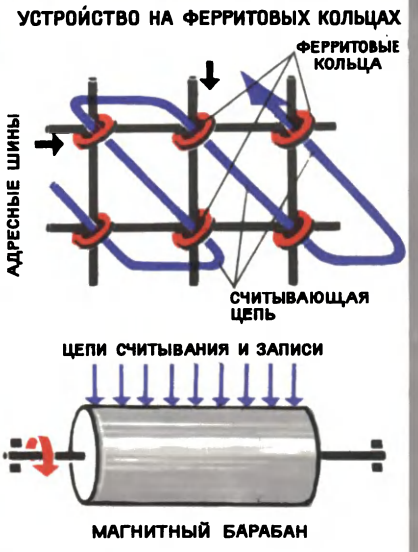
СХЕМА ДЕЙСТВИЯ ТРИГГЕРА И ТРИГГЕРНОЙ ЦЕПИ

СУММАТОР



ВЕНТИЛИ /УСЛОВНЫЕ СХЕМЫ/

ПАМЯТЬ



На этом рисунке условно собраны основные технические устройства, созданные человеком для изучения Вселенной и освоения космического пространства. *Внизу* — радиолокационная установка, пославшая на Венеру и принявшая отраженные ее поверхностью слова «Мир. Ленин. СССР»; башни обсерватории для визуального наблюдения; стартующая космическая ракета; лазер, «прощупывающий» космос своим концентрированным световым лучом; мачты радиотелескопа. *Вверху* — стратостат позволяет астрономам наблюдать звезды из верхних слоев атмосферы; высотный самолет; один из советских искусственных спутников Земли; межпланетная автоматическая станция, сфотографировавшая обратную сторону Луны; автоматическая станция, направленная советскими учеными к Марсу. *Слева вверху* — возможно так будет выглядеть обитаемая космическая обсерватория; ее построят «космические монтажники», преемники А. А. Леонова, первым вышедшего в открытый космос.

Да и ночью атмосфера мешает. Неизбежные колебания атмосферной толщи, перемешивание ее слоев, в результате чего звезды кажутся постоянно мигающими, делают невозможными их детальные исследования.

Не удивительно поэтому, что астрономы стремятся забраться со своими телескопами повыше в горы или пытаются установить их на огромных воздушных шарах — стратостатах. В ряде таких попыток удалось поднимать телескопы на высоту более 20 *км*, получая таким образом фотоснимки неба, невозможные на Земле. В будущем этот метод «стратосферной» астрономии будут, несомненно, развивать и применять все шире.

Но несравненно более радужные перспективы открывают перед астрономами возможности создания астрономических обсерваторий на околоземной орбите, на искусственных спутниках Земли, а то и спутниках Солнца и планет. Только там, вне земной атмосферы, лицом к лицу с космосом, астрономы смогут, наконец, использовать свою телескопическую технику «до дна». Мало того, в условиях невесомости, царящих на таких орбитальных обсерваториях, можно будет создать телескопы несравненно больших размеров, не боясь того, что вес массивных частей телескопа вызовет их деформацию и исказит изображение.

Заатмосферные обсерватории будут ценны не только этим. Сквозь атмосферу проходит лишь очень небольшая часть всего спектра электромагнитных волн, которые нам шлет космос. Большая часть ультрафиолетовых и инфракрасных лучей, многие радиоволны, рентгеновские лучи и др. не достигают земной поверхности, поглощаются в атмосфере. А с околоземной орбиты астрономы будут разглядывать космос на всех участках спектра электромагнитного излучения.

Пока еще подобных обсерваторий нет, но их создание не за горами. Ведь на околоземную орбиту уже выводятся первые автоматические, беспилотные спутники, снабженные приборами для астрономических наблюдений. В космическое пространство вышел первый человек в скафандре — А. А. Леонов. Он положил начало новой профессии, профессии будущего — «космических монтажников». Придет время, и на околоземных орбитах будут смонтированы первые большие обитаемые спутники-обсерватории.

Но это не значит, конечно, что астрономам здесь, на Земле, уже нечего будет делать. Ведь далеко не любое оборудование можно вывести в космос. И прежде всего это касается новых мощных средств изучения космоса — р а д и о т е л е с к о п о в.

Появление радиоастрономии (эта наука изучает космос по излучаемым им электромагнитным колебаниям радиочастотного диапазона) было крупнейшим шагом вперед. Радиоволны, достигающие земной поверхности, имеют длину от нескольких миллиметров до 10—20 *м*. Это «окно» в космос значительно шире, чем более «старое», соответствующее видимому участку спектра, который изучает оптическая астрономия. Радиоволны такой длины шлют на Землю многие космические излучатели — межзвездный газ, галактики, туманности, звезды, планеты. Радиоволны рассказали ученым уже о многих тайнах космоса и, несомненно, еще больше расскажут в будущем.

Своим успехом радиоастрономия обязана бурному расцвету радиотехники и радиоэлектроники последних лет. Хотя мощность космических «радиостанций» часто бывает колоссальной, сигналы от них доходят до Земли ничтожно слабыми, так как радиоволнам приходится преодолевать огромные расстояния. Уловить эти сигналы, принять, найти в общем радиошуме космоса, пожалуй, не легче, чем услышать одного человека в громко кричащей толпе.

Современные радиотелескопы представляют собой грандиозные и высокосовершенные сооружения. Так, телескоп, созданный на Окской радиообсерватории Академии наук СССР, имеет крестообразную антенну из двух отрезков пересекающихся параболических цилиндров длиной по 1000 *м* и диаметром 40 *м*. Поверхность этой антенны равна 80 000 $м^2$! Но еще больше, чем размеры радиотелескопов, поражают остроумие и техническое совершенство методов усиления и расшифровки принимаемых ими радиосигналов космоса.

Прежде всего, конечно, сигнал должен быть принят и зарегистрирован. Но как это сделать, если сигнал ничтожно слаб и безнадежно, казалось бы, теряется в различных радиошумах космоса и собственном шумовом «фоне» приемной аппаратуры? Задача решается разными путями: создаются совершенные усилители, основанные на новейших достижениях физики; всемерно ослабляется собственный шумовой фон приемной аппаратуры, для чего, в частности, широко используется охлаждение до температуры, близкой к абсолютному нулю; непрерывно увеличиваются размеры антенн и т. д.

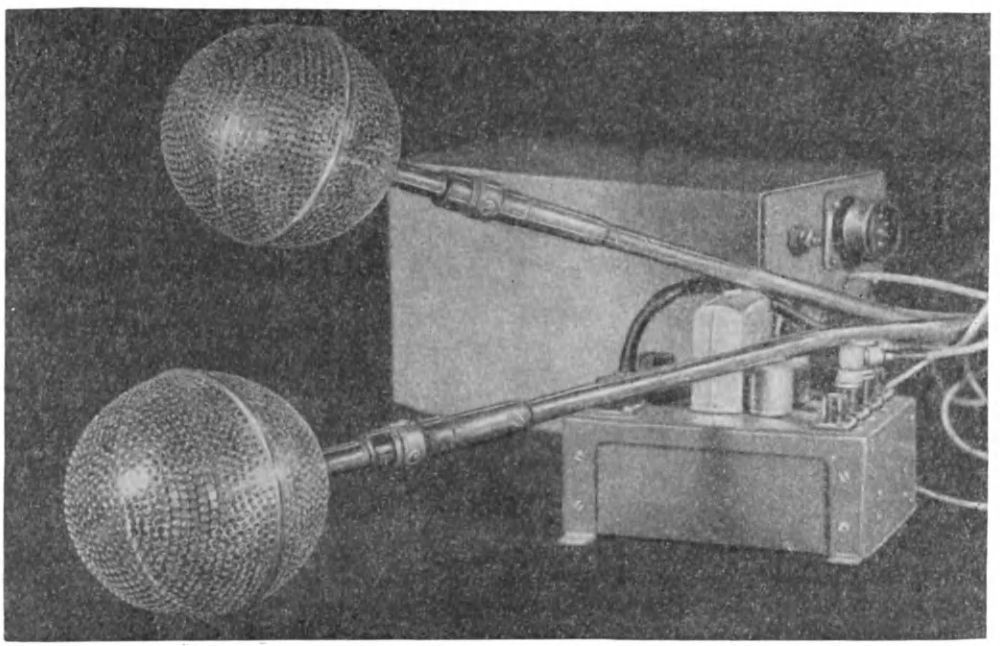
Но вот сигнал принят и «очищен», отфильтрован. Теперь на арену выступают сложнейшие э л е к т р о н н ы е в ы ч и с л и т е л ь н ы е

устройства. Их задача — тщательно изучить сигнал. Такой зафиксированный сигнал имеет вид сложной кривой, выражающей зависимость интенсивности от частоты. Обработка и исследование этих кривых и дают ученым в руки ценнейшие сведения о космосе. Так, например, изучая радиосигнал звездного водорода на волне длиной около 21 *см*, ученые по его интенсивности установили температуру межзвездного газа, его распределение в галактике и т. д.

В последние годы наряду с пассивными методами радиоастрономии, основанными на регистрации приходящих из космоса радиосигналов, все большее применение получают активные методы. Эти методы заключаются в использовании достижений радиолокационной техники (см. ст. «Радиолокация»). Мощный радиолуч, посланный с Земли, достигает в этом случае поверхности изучаемого небесного тела, отражается от него, и радиоэхо принимается радиотелескопами. Такое радиозондирование небесных тел уже принесло астрономии много ценных сведений. Был осуществлен и очень сложный первый опыт межпланетной радиолокационной связи. Посланные по радио с Земли слова **«Мир. Ленин. СССР»** пересекли космическое пространство, достигли Венеры и, отразившись от нее, возвратились на Землю. Они «пропутешествовали» более 85 млн. *км*!

Главные успехи радиоастрономии еще, конечно, впереди. И едва ли не самые большие надежды наука связывает здесь с развитием квантовой радиофизики, с совершенствованием квантово-механических генераторов и усилителей электромагнитных колебаний — так называемых лазеров, мазеров и т. п. Ведь с их помощью уже сейчас удается, с одной стороны, во много раз усиливать самые слабые радиосигналы, а с другой — посылать электромагнитные лучи с невиданной концентрацией энергии, что обеспечивает их проникновение на колоссальные расстояния (см. статьи раздела «Радиоэлектроника»).

Но если радиолокационные методы — один из способов активного изучения космоса, то в еще большей мере это относится к методам, основанным на достижениях ракетной техники и космонавтики (см. ст. «Ракеты, космические корабли, космодромы»). Ведь благодаря им ученые впервые получили возможность изучать космос с помощью приборов, находящихся в космическом пространстве. Не говоря уже об огромном значении полетов космонавтов — особенно, конечно, когда в космос уходят многоместные корабли с целыми коллективами исследователей. В будущем космические корабли, пилотируемые и беспилотные, т. е. автоматические, обследуют все околосолнечное пространство, а потом станут совершать и полеты к звездам. Но уже сейчас, в эти первые годы



Протонная «ловушка» — один из многочисленных приборов, которыми оснащаются космические лаборатории.

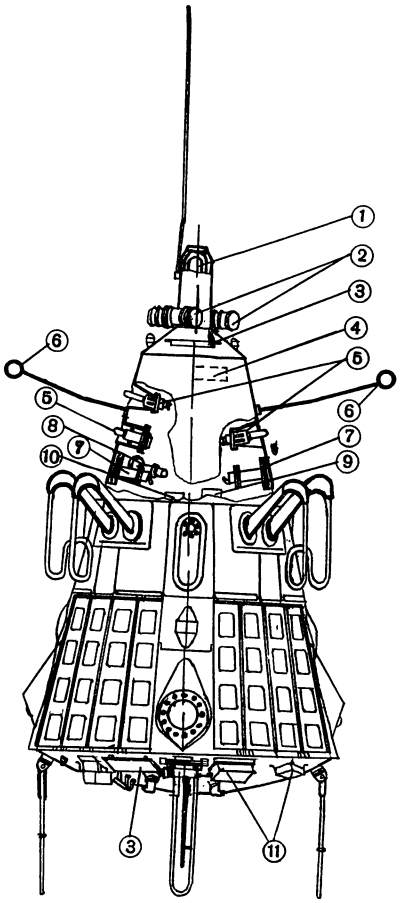
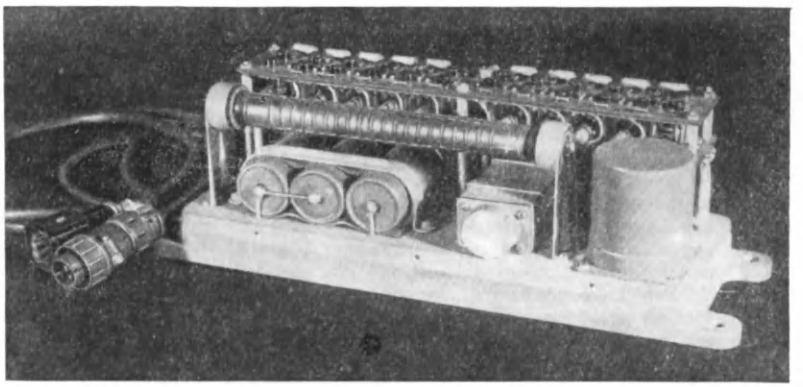
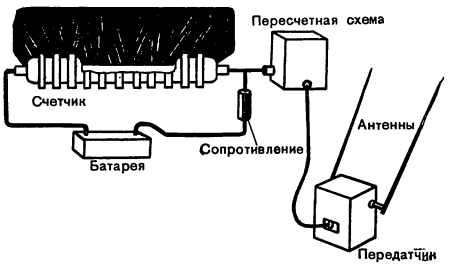


Схема размещения научной аппаратуры третьего советского искусственного спутника Земли: *1* — магнитометр; *2* — фотоумножители для регистрации корпускулярного излучения Солнца; *3* — солнечные батареи; *4* — прибор для регистрации фотонов в космических лучах; *5* —магнитный и ионизационные манометры; *6* — ионные ловушки; *7* — электростатические флюксметры; *8* — масс-спектрометрическая трубка; *9* — прибор для регистрации тяжелых ядер в космических лучах; *10* — прибор для измерения интенсивности первичного космического излучения; *11* — датчики для регистрации микрометеоров. Электронные блоки научной аппаратуры, радиоизмерительные системы, программно-временное устройство и электрохимические источники питания расположены внутри корпуса спутника.





Прибор для регистрации космических лучей, установленный на советском спутнике Земли, и схема его устройства.

штурма космоса, достигнуты замечательные успехи, сделаны многие фундаментальные научные открытия.

Эти открытия касаются и верхних слоев атмосферы, играющей столь большую роль во всей нашей жизни, и Солнца, и других небесных тел, и межпланетной среды, и еще многого другого. Некоторые из таких открытий были совершенно неожиданными для науки. Например, открытие водородной «геокороны» — мантии из атомов водорода, окутывающей Землю на высоте 20 000 *км*, или радиационных поясов, другого околоземного ореола, состоящего из заряженных частиц, электронов и протонов, движущихся в нескольких зонах на высотах от 500 до примерно 80 000 *км*. Удалось установить отсутствие подобных радиационных поясов, как и собственного магнитного поля, у Луны, получить фотоснимки невидимой с Земли лунной поверхности, открыть существование «солнечного ветра» и т. д. (Более подробно обо всем этом рассказано в статьях раздела «Мир небесных тел» в т. 2 ДЭ.)

В большинстве случаев все эти открытия сделаны с помощью беспилотных геофизических ракет, искусственных спутников Земли, межпланетных станций, зондов и других автоматических космических летательных аппаратов, на борту которых устанавливаются самые разнообразные приборы и устройства. Все лучшие достижения радиоэлектроники, приборной техники, автоматики и телемеханики, пневматики и гидравлики, теплотехники и кибернетики ставятся в этом случае на службу науки, изучающей космос. Чаще всего приборы для космических аппаратов приходится создавать, по существу, заново. И не удивительно — ведь раньше в них просто не было нужды. Это относится, например, к датчикам, регистрирующим удары микрометеоритов по обшивке спутника,

СЛАВНОЕ ИМЯ

Это было давно. Наша страна только покончила с разрухой, залечила раны, нанесенные многолетней войной. Стали появляться книги, изданные на своей, советской бумаге.

Эта книжечка, увидевшая свет в Новосибирске, была скромной, не бросалась в глаза. Но название ее будоражило фантазию: «Завоевание межпланетных пространств».

Удивительная книга! Автор ее не был ни астрономом, ни математиком, ни инженером-конструктором. Механик Юрий Васильевич Кондратюк впоследствии был прозван сибирским Циолковским. Можно уверенно сказать, что Ю. В. Кондратюк вполне заслужил это «высокое звание». Известный ученый В. П. Ветчинкин так писал в предисловии к этой замечательной книге, насчитывающей только 72 страницы: «Все исследования проделаны автором совершенно самостоятельно, на основании единственного полученного им сведения, что на ракете можно вылететь не только за пределы земной атмосферы, но и за пределы земного тяготения».

Юрий Васильевич установил, что озон как окислитель обеспечивает значительно большую теплотворность горючей смеси, чем кислород. Он определил своеобразный способ пользования твердым горючим, повышающим теплоту сгорания. Он доказал, что ракета не вырвется за пределы земного тяготения, если опорожненные баки из-под горючего не отделятся во время движения. И, наконец, Кондратюк предложил для полета крылатые ракеты и рассчитал, при каких скоростях и какую пользу принесут крылья.

Юрий Васильевич Кондратюк отдал жизнь за Родину. Он погиб в 1942 г. в бою с фашистскими захватчиками. 15 лет не дожил он до осуществления своей мечты. Его славное имя занимает почетное место среди героических имен советских людей, подготовивших великие победы нашей страны в завоевании космоса.

различного рода ловушкам и приборам, анализирующим состав газов в верхних слоях атмосферы. Можно назвать также точнейшие магнитометры для измерений магнитного поля в космосе, приемники коротковолнового солнечного излучения, аппаратуру, с помощью которой была произведена фотосъемка невидимого лика Луны с последующей передачей изображений на Землю.

Для осуществления многих научных исследований спутник или автоматическая межпланетная станция должны быть предварительно ориентированы определенным образом в пространстве. Часто оказывается необходимым и поддержание заданной ориентации в течение длительного времени, т. е. так называемая стабилизация. Без такой стабилизации искусственные небесные тела обязательно будут кувыркаться и вращаться, вообще окажутся очень неустойчивыми.

Предложено и создано много самых различных, иной раз весьма хитроумных систем ориентации и стабилизации в космосе. Все они включают в себя датчики положения, т. е. чувствительные элементы, определяющие положение аппарата относительно известных космических ориентиров — звезд, Солнца, Земли, гравитационного или магнитного поля и т. п.; вычислительные устройства, устанавливающие характер необходимых действий для придания аппарату должной ориентации и ее поддержания; командные приборы, посылающие соответствующие сигналы исполнительным органам. Во многих случаях исполнительными органами служит система реактивных сопел, из которых в нужный момент вытекает струя газа или пара.

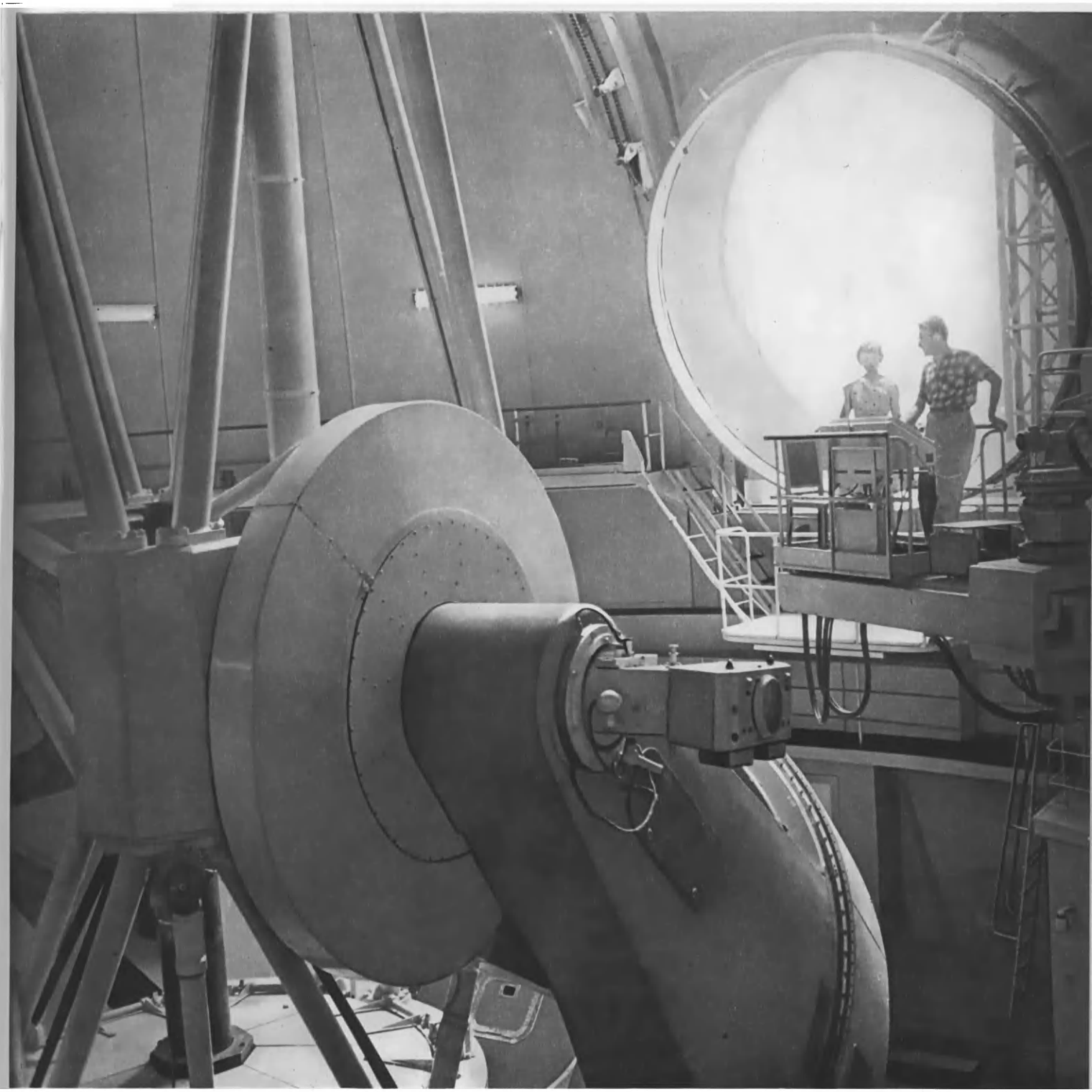
Так современная техника в содружестве со многими другими отраслями знаний помогает человеку в осуществлении его древнейшей мечты — в изучении и покорении космоса.

■

ТЕХНИКА СЛУЖБЫ ПОГОДЫ

Высоко в горах расположилась научная станция. Днем и ночью несут здесь службу ученые-метеорологи. Зимой и летом, во время снежных буранов и бурных разливов горных рек они проводят различные исследования, снимают показания приборов, бдительно следят за всеми изменениями погоды. Героический труд этих отважных людей очень нужен обществу. Их работа помогает сделать безопасными полеты самолетов и рейсы океанских судов, своевременными и успешными различные сельскохозяйственные работы. Результатами их исследований интересуются лесоводы и строители, прокладчики трубопроводов и рыбаки, спортсмены и железнодорожники.

Метеорологические станции работают сейчас во всех уголках Земли. Ученых-метеорологов можно встретить на островах и дрейфующих станциях Ледовитого океана, в Антарктике, на Дальнем Востоке. Свои приборы вездесущие



Высоко в горах Крыма установлен новый зеркальный телескоп им. акад. Г. А. Шайна. Телескоп оснащен электронными автоматическими устройствами, облегчающими работу астрономов.

На обороте: радиотелескоп.

метеорологи установили даже на высотных зданиях многих больших городов — Москвы и Нью-Йорка, Токио и Сан-Франциско.

О том, какие исследования проводят метеорологи и как на основании этих исследований они предсказывают погоду, вы можете прочитать в ст. «Как наблюдают погоду» в т. 1 ДЭ. Здесь же мы расскажем о том, как современная техника помогает им в работе.

До недавнего времени эта техника была очень несложной. Она состояла лишь из приборов, которые устанавливались на метеорологических станциях, и аппаратуры телеграфной связи для сбора метеорологических телеграмм в бюро погоды.

Однако бурный технический прогресс, характерный для последних десятилетий, существенно отразился и на работе метеорологов. Он коснулся и техники наблюдений, и техники обработки материалов, и техники самого прогнозирования.

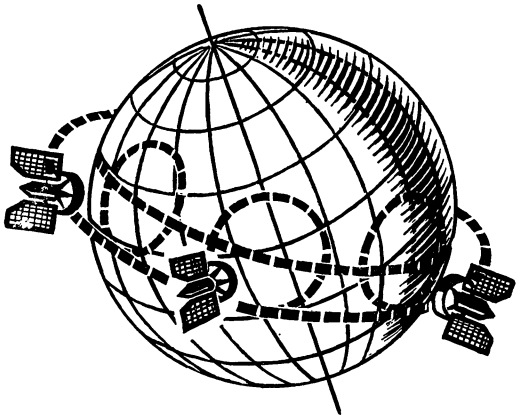
В технику наблюдений новые методы пришли прежде всего с радиозондированием атмосферы и применением радиолокации. Чтобы определить состояние верхних слоев атмосферы, в прежние времена практиковались запуски ш а р о в-з о н д о в. После того как шар поднимался на предельную высоту — 20—30 *км*, его оболочка лопалась и регистрирующий прибор с помощью парашюта опускался на землю. При этом его далеко не всегда удавалось отыскать. Такое зондирование требовало много времени и для службы погоды не могло быть использовано. Но вот в 30-х годах на смену шару-зонду пришел р а д и о з о н д, изобретенный советским ученым П. А. Молчановым, и положение изменилось. Приборы и теперь поднимаются на шаре, но их показания немедленно передаются по радио на Землю. Радиозонды поднимаются на 30—35 *км* и сообщают температуру, давление и влажность воздуха в различных слоях вплоть до этих высот. Сеть зондирующих станций непрерывно растет, и сейчас их в мире более 600.

Зондирование слоев атмосферы выше 40 *км* осуществляется с помощью м е т е о р о л о г и ч е с к и х р а к е т, которые достигают высоты 100 *км* и более.

Для предсказания погоды необходимо знать о направлении и скорости воздушных течений на различных высотах. Но визуально наблюдать за полетом радиозондов можно только при ясном небе. А как быть в пасмурную ненастную погоду, когда наблюдения за ветром особенно важны? И тут на помощь метеорологам пришла радиолокация. На экране р а д и о л о к а т о р а (см. ст. «Радиолокация») с большой точностью прослеживается полет радиозонда в любых погодных условиях и в любое время суток. В Арктике или Антарктике, например, нечего было бы и думать о регулярных наблюдениях за ветром без радиолокации в долгую полярную ночь.

Но роль радиолокации в службе погоды этим не ограничивается. На экранах радиолокаторов ясно видно появление, развитие и перемещение облаков. По перемещению изображения на экране можно судить о скорости и направлении движения облаков в радиусе до 200—300 *км* от станции. Это позволяет своевременно предупреждать морские порты, аэродромы, колхозы, железнодорожные узлы и т. д. о приближении опасных ливней, гроз и других атмосферных явлений.

Радиолокационная установка аэрологической станции.



Положение метеорологического спутника на орбите. Пунктирными окружностями обозначены фотографируемые им площади.

Радиоэлектроника изменила методы метеорологических наблюдений. Появились приборы с дистанционным управлением, так что наблюдателю нет необходимости каждый раз выходить на метеорологическую площадку, чтобы сделать отсчеты по приборам. Еще больший интерес представляют собой автоматические метеорологические станции. Их устанавливают в труднодоступных районах и обеспечивают запасами энергии (в виде аккумуляторов или сухих батарей). Такие станции могут в течение 6—12 месяцев работать без непосредственного участия человека. Четыре раза в сутки, в строго определенное время, часовой механизм включает станцию. Положение контактных рычажков на шкалах приборов, измеряющих температуру, давление воздуха, скорость ветра, передается по радио и может быть принято на значительном расстоянии.

Существует интересная конструкция справочной метеорологической станции.

Многие из вас, наверное, неоднократно узнавали время по телефону. Это очень удобно: наберешь номер, и голос диктора точно сообщает, который час. Примерно так же работает и справочная метеостанция. В ней от датчика температуры соответственно каждому градусу посылаются в электронную машину электрические импульсы определенной последовательности. Электронная машина подбирает соответствующую импульсам речевую магнитофонную запись, которая включается в момент запроса.

Основная причина ограниченности срока работы автоматических станций — расход запасов электроэнергии. Но и это затруднение можно решить, применяя атомную энергию. Первые такие атомные электростанции, обслуживающие автоматические метеостанции, успешно прошли испытания в Антарктиде.

Новую страницу в методах наблюдений для службы погоды открывают метеорологические спутники. С обращающегося вокруг Земли на высоте 600—1000 *км* спутника видна площадь до 1500—2000 *км* в поперечнике. Телевизионная камера, установленная на спутнике, передает изображение облачного покрова на Землю. Здесь можно изготовить фотографии и внимательно изучить различные особенности. Циклоны и менее крупные атмосферные вихри хорошо видны на фотографиях, так как имеют вид спирально закрученных облачных полос. В ночное время облачный покров со спутника фотографируется с помощью инфракрасных лучей.

Большую роль метеорологические спутники играют и в автоматизации наблюдения за погодой. Вот один пример. Проектируются океанские метеостанции, которые должны быть установлены в самых отдаленных районах океана в южном полушарии. Но обычная радиосвязь с ними ненадежна. Проблема решается с помощью спутников: они будут принимать сигналы этих метеостанций, накапливать сведения и передавать их на Землю при прохождении над населенными районами.

Каждое бюро погоды собирает и обрабатывает в течение суток тысячи метеорологических и аэрологических телеграмм. Как ускорить и автоматизировать эту работу? Для этого служит телетайпная связь. Метеорологические сводки принимаются телеграфными аппаратами и радиотелетайпами, т. е. аппаратами, печатающими текст. Эти агрегаты работают автоматически.

Но так распространяются только первичные материалы наблюдений. По ним нужно в каждом бюро погоды составить и проанализировать огромное количество карт. Эта кропотливая и большая по объему работа сейчас тоже рационализирована. Все основные карты составляются и анализируются в небольшом числе центров. Отсюда они распространяются по радио и проводам при помощи аппаратуры, передающей и принимающей изображения.

Таким образом, бюро погоды получают основной материал для своей работы в готовом виде. Затем, принимая во внимание местные условия, они уже составляют прогнозы для района всей своей деятельности.

Особенно важные для службы погоды усовершенствования техника внесла в методы непосредственного предсказания. От общей оценки будущих изменений погоды метеорологи перешли к точному расчету этих перемен. Это стало возможным благодаря применению так называемых численных методов прогнозирования, основанных на использовании быстродействующих электронных вычислительных машин. Численный прогноз погоды даже на сутки вперед связан с выполнением нескольких миллионов вычислительных операций, на осуществление которых человеку потребовалось бы очень много времени. Современные вычислительные машины рассчитывают прогноз на 24 часа за 20—30 минут, производя при этом 15—20 млн. вычислительных операций.

Для наиболее эффективного использования быстродействующих счетных устройств потребовалось автоматизировать и различные вспомогательные операции. Данные наблюдений теперь автоматически вводятся в машину, автоматически контролируются машиной и автоматически же подготавливаются для дальнейших расчетов. Результаты расчетов вычерчиваются — тоже автоматически — в виде графиков изменений погоды или карт. Это делают специальные механизмы, присоединенные к электронно-счетному устройству.

Службу погоды ближайшего будущего можно представить себе в виде поточной линии. На метеорологических станциях автоматические установки по заданной программе регистрируют состояние погоды и передают результаты в центры, где электронные машины производят первичную обработку материала. Затем сводки собираются в метеорологическом центре страны, сюда же поступают и результаты наблюдений с метеорологических спутников. Еще несколько минут — и машины выдают готовые результаты в виде карт и графиков погоды, которые распространяются по всей стране.

■

ТЕХНИКА ПОМОГАЕТ ИЗУЧАТЬ ПОДВОДНЫЙ МИР

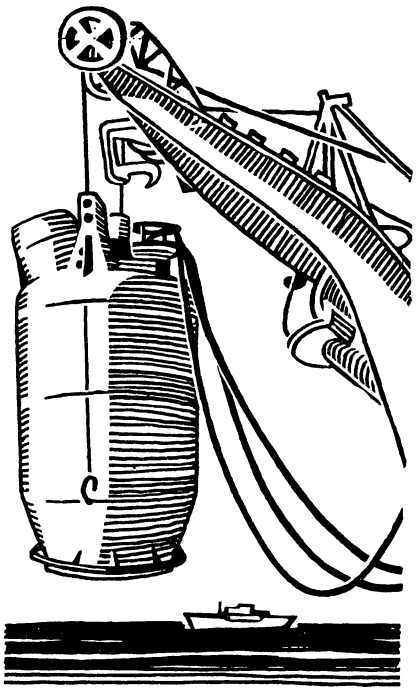
С древнейших времен и до наших дней люди проявляют большой интерес к изучению морских глубин. Сначала на морское дно — не очень глубоко, разумеется, — спускались лишь искатели жемчуга и ловцы губок. Потом, уже в наше время, частыми гостями морских глубин стали моряки-водолазы, затем к ним присоединились морские охотники, спортсмены, геологи, археологи, океанографы.

С развитием науки и техники менялись, совершенствовались способы спуска человека под воду. История исследования морского дна — это в значительной степени история развития техники спуска на глубины.

Водолазный колокол — одно из самых древних приспособлений для спуска человека под воду. В прошлом это деревянный ящик без дна. При опускании такого ящика в воду в нем остается воздушный пузырь, в котором может находиться и дышать водолаз. Водолазный колокол дожил до наших дней. Он применяется для доставки водолаза к месту работы под водой. В отличие от прежних времен теперь из колокола можно выходить в водолазном костюме того или иного типа.

Мягкий скафандр состоит из резиновой рубашки и медного шлема со стеклянным иллюминатором. Воздух для дыхания водолаза подается насосом с поверхности по резиновому шлангу. Удерживать вертикальное положение водолазу помогают тяжелые стальные «галоши» на ногах, а также дополнительные грузы на поясе. До изобретения акваланга (см. ниже) мягкий скафандр во всех странах мира служил основным средством для погружения в воду на глубину порядка 100 *м*. Однако на таких глубинах водолаз в мягком скафандре может находиться очень недолго и его работоспособность в условиях повышенного давления весьма ограниченна. Подъем водолаза в мягком скафандре с глубины на поверхность производится медленно из-за возможности появления кессонной болезни. Дело в том, что при дыхании водолаза на больших глубинах в его крови растворяется больше воздуха, чем на поверхности. При слишком быстром подъеме водолаза с глубины на поверхность пузырьки воздуха выделяются из крови и закупоривают кровеносные сосуды. Это и есть кессонная болезнь, грозящая водолазу смертью.

Чтобы избавить водолаза от давления, от опасности кессонной болезни, был создан жесткий несущий костюм, или жесткий скафандр. Он состоит из стального



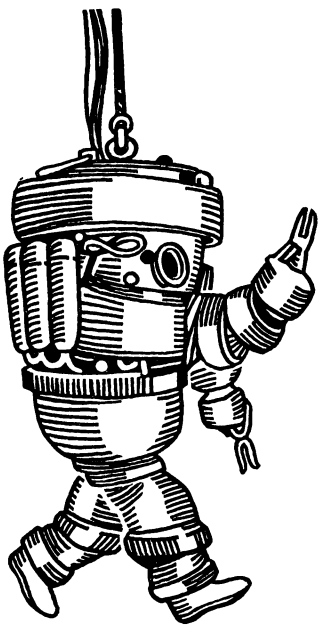
Водолазный колокол — одно из самых древних приспособлений для спуска под воду. Но если раньше это был просто деревянный ящик без дна, то современный водолазный колокол — сложнейшее устройство.

цилиндрического корпуса и шарнирно связанных с ним «рук» и «ног». Жесткие скафандры позволяют человеку долго находиться на весьма больших глубинах. Однако большой вес такого костюма (несколько сот килограммов) лишает водолаза способности самостоятельно передвигаться на дне (передвижение его производят с судна). Поэтому жесткие несущие костюмы не получили широкого распространения.

И мягкий и жесткий скафандры (их объединяют в одну группу под общим названием н е а в т о н о м н о е в е н т и л и р у е м о е с н а р я ж е н и е) имеют большой недостаток: они связывают водолаза с судном. Человек в подобных костюмах может удалиться от судна лишь на длину шланга для подачи воздуха. Людям хотелось получить бóльшую свободу передвижения под водой. Были созданы приборы, которые позволили человеку брать воздух для дыхания с собой под воду.

Но если взять в баллоны чистый кислород, то можно пробыть под водой значительно дольше. Так и поступили конструкторы а в т о н о м н о г о к и с л о р о д н о г о а п п а р а т а. Это маленький и легкий аппарат, позволяющий дышать под водой несколько часов. Оказалось, однако, что переход на дыхание чистым кислородом не всегда хорош. Может случиться кислородное отравление, при котором возникают судороги и возможна потеря сознания. А потеря сознания под водой очень и очень опасна. Кроме того, кислородный аппарат работает по замкнутому циклу: выдыхаемый водолазом газ проходит через химический поглотитель и снова используется для дыхания. Химический поглотитель удаляет из выдыхаемого газа углекислоту и водяные пары. Если он откажет, водолазу грозит отравление углекислотой. Возможно также кислородное голодание, приводящее к самым неприятным последствиям. Поэтому спускаться с ним под воду разрешается только специально подготовленным людям.

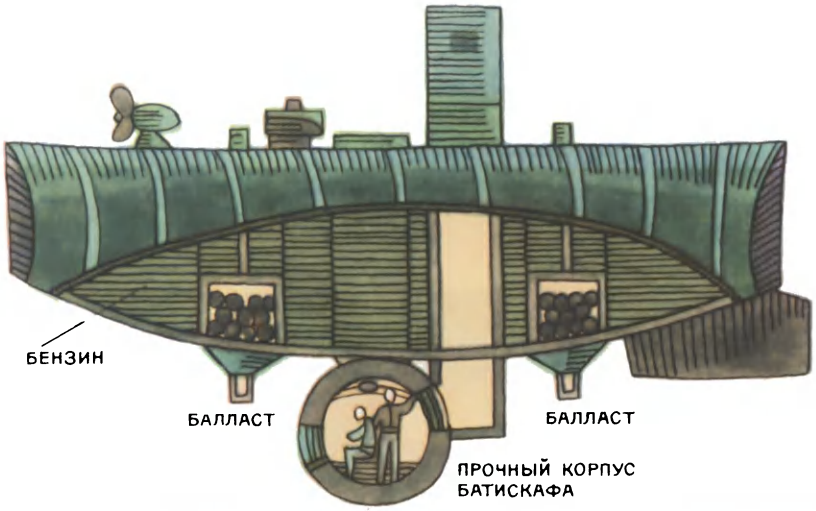
Более удобен для широкого пользования а к в а л а н г («подводные легкие»). С помощью этого аппарата можно погружаться на глубину 20 *м*, после специальной тренировки — до 40 *м*, а отдельные рекордсмены опускаются на глубину более 100 *м*. Устройство акваланга довольно просто. Он состоит из баллона с запасом сжатого воздуха, редуктора, легочного автомата и загубника со шлангами для воздуха. Редуктор понижает давление воздуха, а легочный автомат выравнивает его с давлением окружающей среды. Во время погружения в воду аквалангист обычно надевает маску.



Жесткий скафандр.

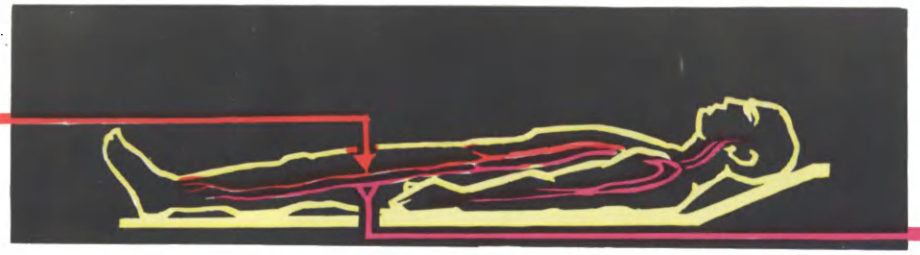
Основные преимущества акваланга перед кислородным аппаратом заключаются в том, что в нем нельзя отравиться углекислым газом и кислородом, не может быть кислородного голодания. А недостатком акваланга по сравнению с кислородным аппаратом являются значительно больший вес и довольно ограниченное количество воздуха для дыхания.

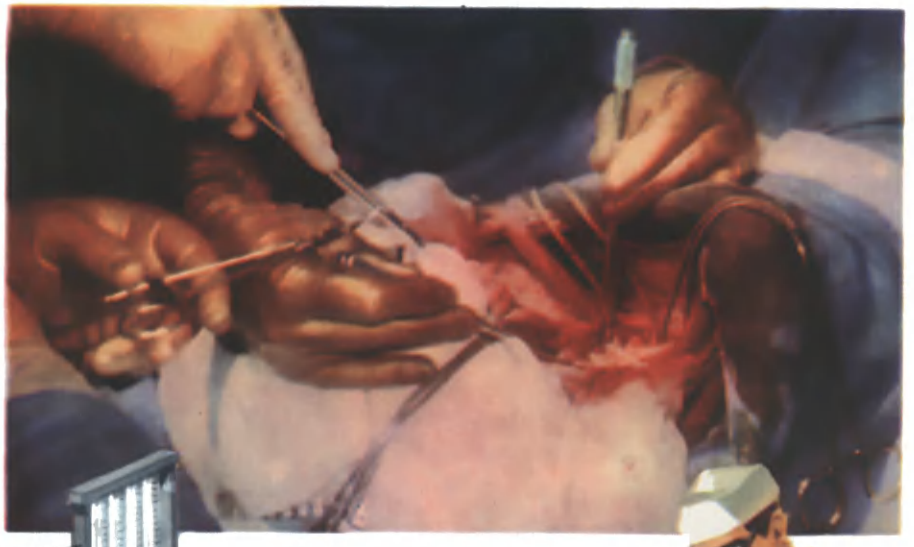
Для длительных и далеких путешествий под водой люди научились строить специальные суда — п о д в о д н ы е л о д к и. Их устройство описано в статье «Суда», здесь же

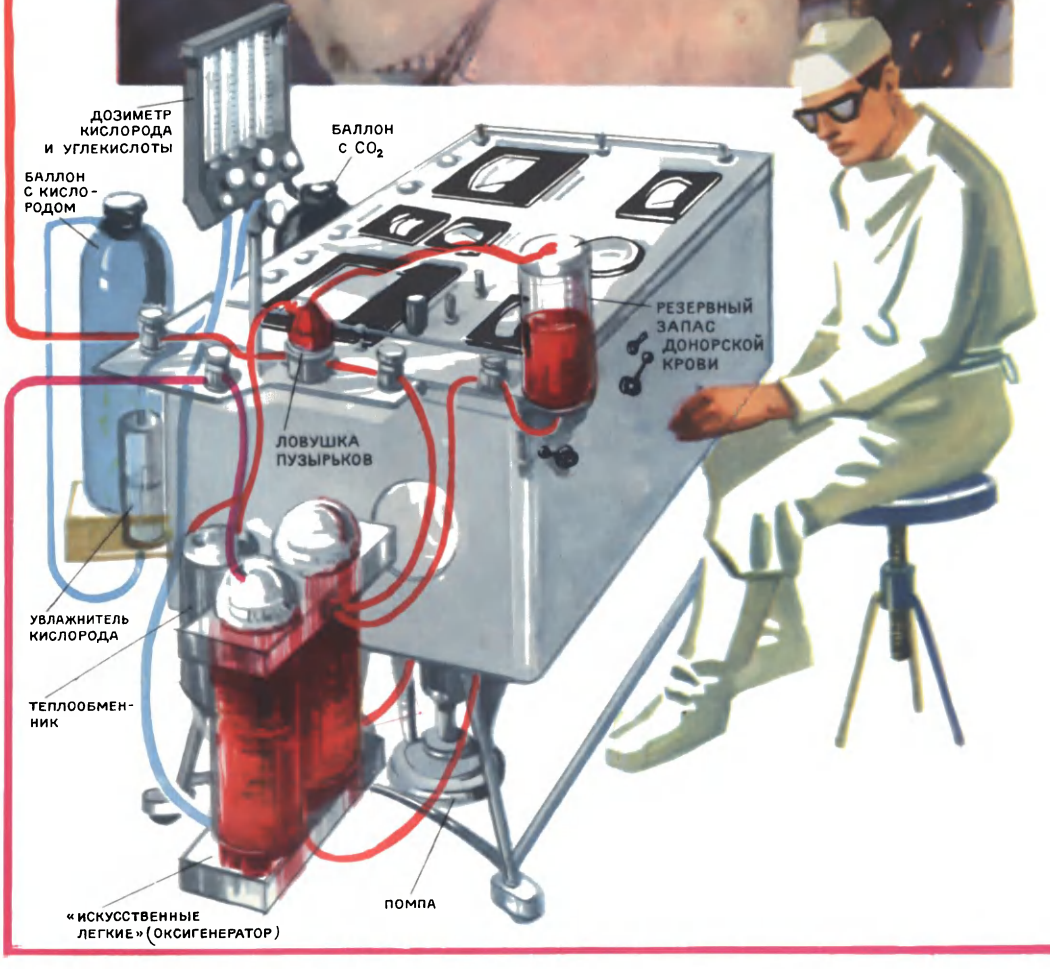


БАТИСКАФ

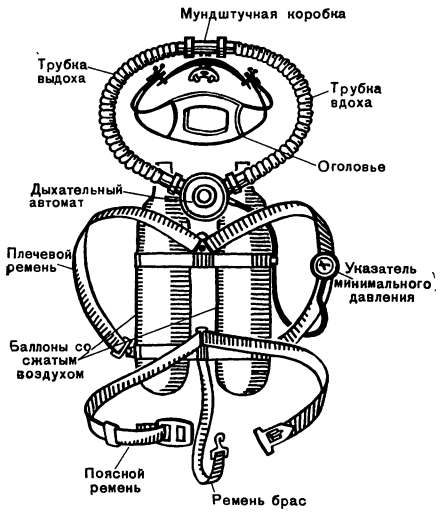
Это замечательное техническое средство позволило ученым заглянуть в глубины океана. *Внизу* — внешний вид батискафа, *вверху* — батискаф в разрезе.







При операциях на сердце роль этого органа играет специальный аппарат. Он обогащает кровь кислородом и гонит ее ко всем частям тела. Сердце в это время неподвижно, и хирург может спокойно его оперировать.



С помощью акваланга можно погружаться на глубину 20 *м*, а после специальной тренировки—и на 40 *м*.

мы упомянем о подводной лодке «Северянка». Эта лодка используется в Советском Союзе для научных наблюдений за рыбами.

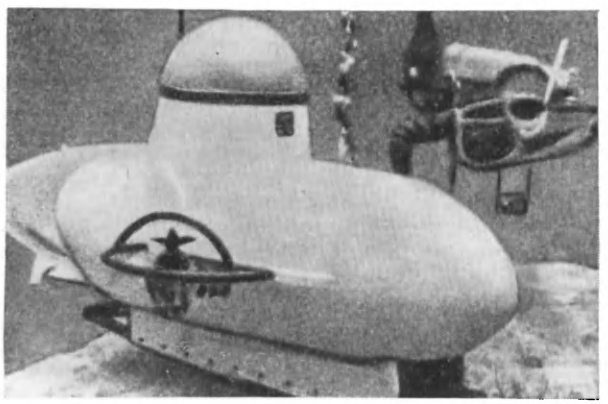
У «Северянки» героическая биография — она воевала во время Великой Отечественной войны. Теперь судно специально переоборудовано: в носовой части сделаны иллюминаторы, через которые можно наблюдать за обитателями моря, смонтированы телевизионная установка и множество научных приборов.

Недавно для научных исследований и туризма построены совсем маленькие двухместные и одноместные подводные лодочки. А известный французский подводный исследователь и изобретатель Ив Кусто создал особую подводную лодку, которая получила название «ныряющее блюдце». Это очень маленькое судно может погружаться на довольно большую глубину. Кроме того, «ныряющее блюдце» имеет механическую «руку», с помощью которой находящийся в лодке может выполнить некоторые работы в воде.

Подводные лодки — не единственный экипаж для передвижения в глубинах моря. Существуют еще и подводные автомобили.

В 30-х годах нашего века американский изобретатель Симон Лэк построил подводный автомобиль и совершил на нем увлекательное путешествие под водой вдоль побережья Америки. Подводный автомобиль Лэка передвигался по морскому дну на больших колесах, похожих на колеса трактора. Потом Лэк занялся подводными лодками, и о подводных автомобилях долго ничего не было слышно. Но вот в начале 1963 г. в газетах появилось сообщение об одном очень любопытном экспонате открывшейся в Лондоне Международной лодочной выставки — о новом подводном автомобиле. Этот аквамобиль весит около 200 *кг*, у него прозрачный корпус грушевидной формы. В нем можно опускаться на глубину до 60 *м* и передвигаться там со скоростью 5 *км/час*. Мотор работает от аккумулятора и приводит в движение два винта.

Однако как обычные подводные лодки, так и подводные автомобили не могут погружаться глубоко. А человека издавна манили большие



Одноместная туристская подводная лодка длиной 3,1 *м*, шириной 1,61 *м* и высотой 1,43 *м*. Вес лодки без «капитана» 630 *кг*.

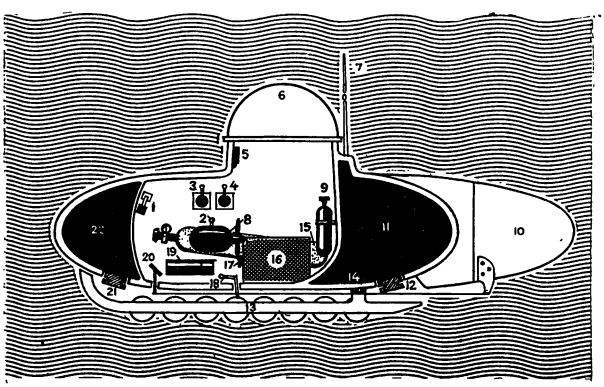
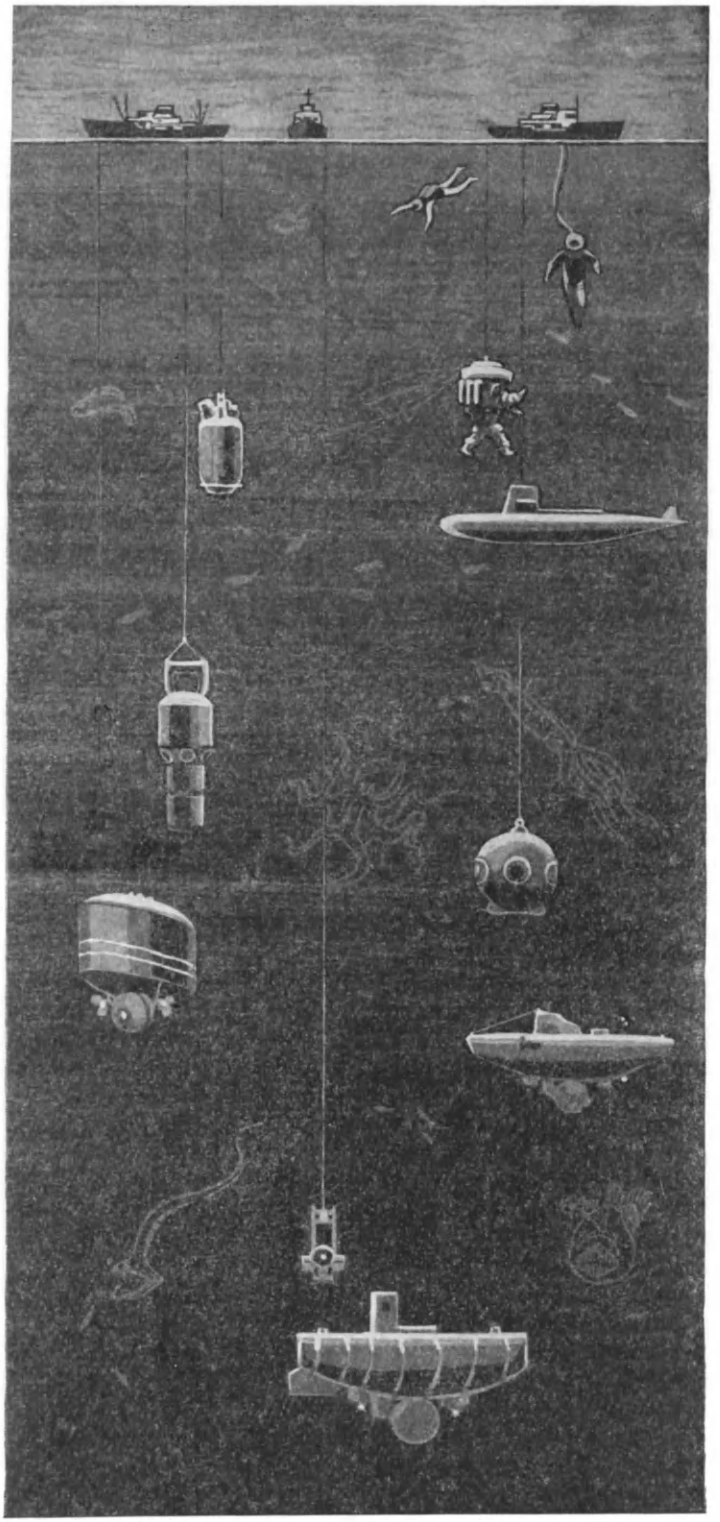
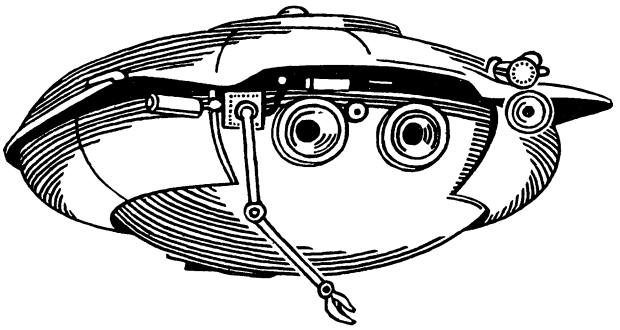


Схема ее устройства: *1* — глубинный автомат; *2* — глубинный руль; *3* — пускатели моторов; *4* — распределительный механизм сжатого воздуха; *5* — приборы; *6* — носовая застекленная кабина; *7* — поплавковая антенна; *8* — мотор с винтом; *9* — баллон с кислородом; *10* — поворотный руль; *11* — задний балластный отсек; *12* — задний струйный клапан; *13* — балластный киль с балластными балками; *14* — пружинящее устройство; *15* — баллон со сжатым воздухом; *16* — аккумуляторы; *17* — аварийный вентиль потока; *18* — аварийный рычаг для сбрасывания балласта; *19* — обогатитель воздуха; *20* — педаль поворотного руля; *21* — передний струйный клапан; *22* — передний балластный отсек.

ТЕХНИКА ПОМОГАЕТ ИЗУЧАТЬ ПОДВОДНЫЙ МИР





«Ныряющее блюдце», созданное французским изобретателем Ивом Кусто.

глубины — ведь именно там скрыто большинство тайн моря. Первоначально для глубоководных исследований была создана б а т и с ф е р а. Это прочная стальная камера в форме шара с герметическим люком. Запас воздуха хранится в баллонах. Для поглощения углекислоты и водяных паров имеются химические поглотители. Наблюдение производится через толстые иллюминаторы из стекла.

В океан батисфера опускается с судна на прочном стальном тросе.

Громадные глубины открылись взору исследователей в батисфере. Но вот беда: висит батисфера на тросе в одном месте. Хочется посмотреть, что находится чуть подальше вокруг — не видно. Можно, правда, попросить капитана судна дать малый ход и немного подвинуться назад или вперед. Но это довольно опасно при спуске на большие глубины.

Все эти трудности были разрешены с изобретением б а т и с к а ф а — особой подводной лодки, предназначенной для плавания на больших глубинах океана. Корпус батискафа состоит из двух основных частей: легкого корпуса и прочного корпуса.

Легкий корпус батискафа наполнен бензином. Но запас бензина нужен здесь не в качестве топлива. Бензин в батискафе играет ту же роль, что гелий или водород в воздушном шаре, — он создает подъемную силу. Выпуская часть бензина (как из аэростата — водород), батискаф заставляют опускаться. Для подъема на поверхность батискаф сбрасывает балласт — стальную дробь, которая удерживается с помощью электромагнита. В прочном корпусе батискафа — он напоминает батисферу — находится его экипаж.

Под водой батискаф приводится в движение электродвигателями, получающими энергию от аккумуляторов. Для экономии места аккумуляторы находятся прямо в воде — они укреплены под легким корпусом батискафа. Громадное давление им не опасно: оно ведь действует на аккумулятор со всех сторон. А для того чтобы морская вода не проходила внутрь аккумуляторов и не портила электролит, они закрыты резиной. И все же запас электрической энергии у батискафа ограничен. К месту погружения батискаф обычно доставляется на буксире.

С помощью батискафа человек достиг огромных глубин. Однако долго находиться там он не может: ведь малейшее повреждение батискафа грозит отважным исследователям неминуемой гибелью. А нельзя ли при опасных спусках обойтись без человека? И наука ответила на этот вопрос положительно.

Сначала человека заменила в воде телевизионная камера. А соединение подводной телевизионной установки с механической «рукой» создало новый вид подводной техники. Если механическую «руку» сделать управляемой и вместе с передающей камерой смонтировать на маленькой танкетке, способной передвигаться по морскому дну, то получается настоящий робот, который может выполнять под водой различные работы.

Подводные роботы — высшая ступень развития техники подводных исследований. Именно им принадлежит будущее в освоении средних и больших глубин океана. Неутомимые, не боящиеся кессонной болезни, кислородного отравления и азотного опьянения, способные выполнять любые работы на любых глубинах, они помогут человеку изучить и освоить дно океана.

В заключение давайте покатаемся на п о д в о д н о м с к у т е р е. Да, да, на скутере, не удивляйтесь! Корпус скутера имеет хорошо обтекаемую форму. Внутри него находятся два автомобильных стартерных аккумулятора и электродвигатель. Гребной винт закрыт кольцевой насадкой, предохраняющей человека от ударов лопастями. Управление вынесено в ручки.

Есть еще и п о д в о д н ы й п л а н е р. Он идет на буксире за моторной лодкой. С его помощью можно сделать много интересных и полезных наблюдений под водой. Есть сведения и о появлении подводного самолета. Недавно известный французский ученый Огюст Пикар выдвинул идею создания подводного вертолета!

■

ИГЛА ПРОШИВАЕТ ЗЕМЛЮ

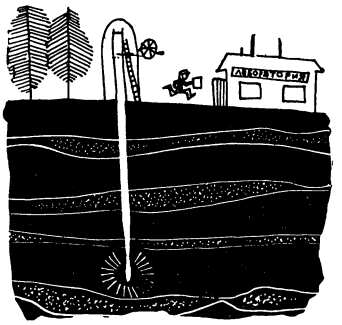
Название «игла» весьма условное. На самом деле это не игла, а цилиндр из тугоплавкой окиси бериллия, не боящийся температуры 1100°. Он вмещает ядерный реактор и активное вещество.

Реактор легко плавит любые скальные породы и свободно «прошивает» землю на глубину свыше 30 *км*. Так далеко в глубь планеты не проникла еще ни одна буровая установка.

Когда достигается заранее намеченная точка, тяжелая часть реактора, сделанная из вольфрама, отделяется. Реактор, став легче породы, поднимается вверх.

Из цилиндра выбираются для анализа те пробы, которые «игла» набрала на больших глубинах.

Так атом нашел применение еще в одной мирной области науки.



ТЕХНИКА ПОМОГАЕТ ЛЕЧИТЬ

Электрические разведчики

Первая задача врача, к которому обратился больной, — быстро определить болезнь и ее причину. Раньше врач при этом мог полагаться только на себя. Напрягая внимание, он старательно прослушивал через деревянную трубочку — стетоскоп, как работают легкие и сердце больного, выстукивал его грудь молоточком, проверяя, не расширено ли сердце, измерял температуру ртутным термометром, подсчитывал пульс.

Быстро развивающаяся техника в последние десятилетия снабдила врачей многими электрическими помощниками.

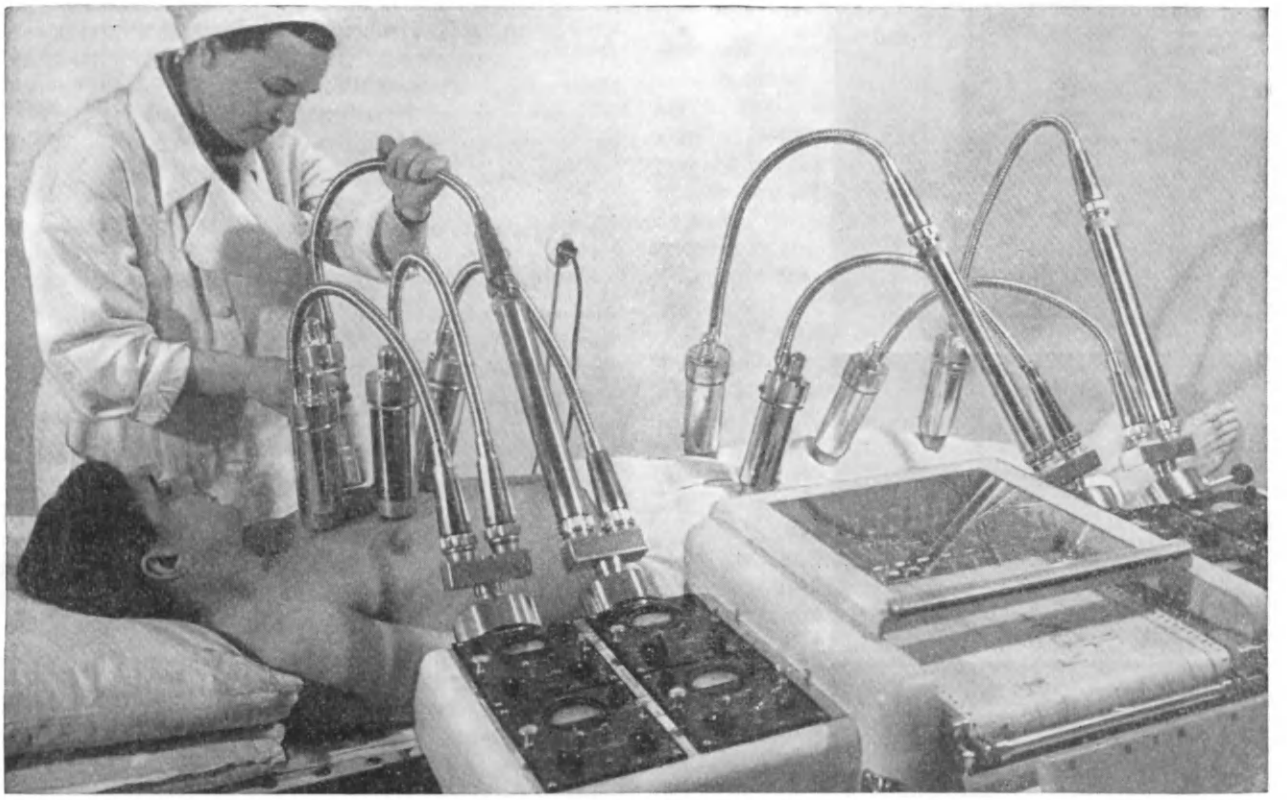
Если врач хочет проверить, нет ли в работе сердца больного каких-либо незаметных для слуха неправильностей, он обращается к электрокардиографу. К рукам, ногам и груди больного прикрепляют бинтами металлические пластинки — электроды. Они соединены проводами с ящиком, в котором находится сам прибор. Электроды улавливают чрезвычайно слабые электрические токи, возникающие в бьющемся сердце. Электронные лампы усиливают эти токи во много раз и посылают их в осциллограф. Здесь изменение силы тока вызывает колебания крохотного зеркальца. Луч света, отраженный этим зеркальцем, выписывает извилистую кривую на движущейся пленке.

Через несколько минут на проявленной пленке можно увидеть эту кривую — электрокардиограмму. Прибор точно записал, как изменяется ток в каждом участке сердца — желудочках, предсердиях, крупных сосудах. По этим записям опытный врач поймет, как работает сердце больного и в чем причина его недуга. Специальная аппаратура записывает также биотоки мозга, помогая врачу определить причины самых различных заболеваний.

Сколько напрасных мучений переносил раньше человек, сломавший ногу или руку, пока врач определял на ощупь место и характер перелома! Сейчас врач не начнет лечить поврежденную руку, пока не исследует ее с помощью невидимых лучей рентгеновского аппарата. Эти лучи легко проникают сквозь мышцы, но задерживаются костями. Поставив перед рентгеновским аппаратом кассету с пленкой, можно получить снимок — рентгенограмму, на которой будут ясно видны кости скелета. Хирург увидит место перелома и расположение обломков.

За последнее время научились делать снимки и многих внутренних органов человека. К примеру, больной, жалующийся на боли в желудке, заглатывает металлический шарик гастроскопа размером с косточку сливы. От шарика тянется тоненький провод. Когда шарик попадает в желудок, врач нажимает кнопку выключателя. Вспыхивает крохотная, как просяное зерно, электрическая лампочка и освещает внутренние стенки желудка. По системе зеркал это отражение передается к фотоаппарату. Увеличив снимок, врач видит, не скрывается ли в складках слизистой оболочки желудка язва или опухоль.

А когда данные о различных органах больного человека получены, специальная электронно-счетная машина помогает врачу поставить диагноз. Такие машины уже работают в ряде крупных медицинских учреждений нашей страны.



Восьмиканальный радиограф применяется для исследования сердечно-сосудистой системы. Этот аппарат регистрирует одновременно в восьми точках тела прохождение по сосудам крови, в которую введены очень малые дозы радиоактивного вещества. Полученные данные аппарат автоматически записывает на бумажной ленте.

Оружие хирурга

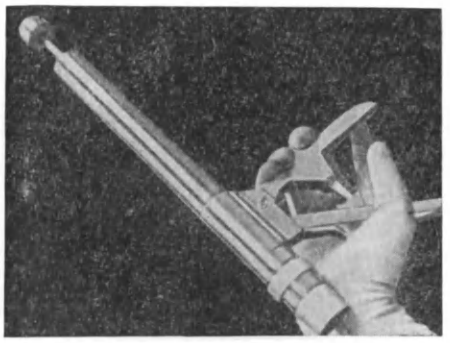
... Просторная комната залита ослепительно ярким светом. Его дают большие лампы, лучи которых направлены на операционный стол, где лежит больной. Над столом склонился хирург, ведущий операцию. Он берет то один, то другой инструмент. Но ни от рук врача, ни от инструментов на стол не падают тени. Лампы здесь б е с т е н е в ы е. Зеркальный рефлектор особой формы уничтожает тени и позволяет хирургу видеть в ярком освещении все поле операции.

Начинают входить в жизнь и хирургические инструменты из прозрачной пластмассы. Они не отражают свет, и блики не мешают врачу.

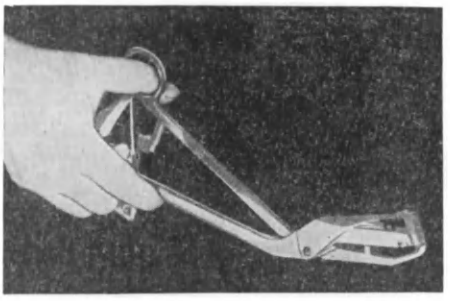
Не так давно перепиливание большой кости было утомительной и долгой работой. Сейчас в распоряжении хирурга набор э л е к т р и ч е с к и х п и л различной величины и формы. Они бесшумно и быстро перерезают любую твердую кость.

Швы после операции теперь часто накладывают не нитками или, скажем, шелком, волосом, как прежде, а синтетическими волокнами. Эти волокна легко растворяются в окружающих тканях. Среди них есть и такие, которые в свободном положении растворяются, а в натянутом нет. Это их свойство очень полезно. Пока в области шва есть опухоль, волокна натянуты. Но как только ткани срослись и опухоль спала, натяжение волокна слабеет. Таким образом, волокно растворяется как раз тогда, когда в нем уже нет надобности.

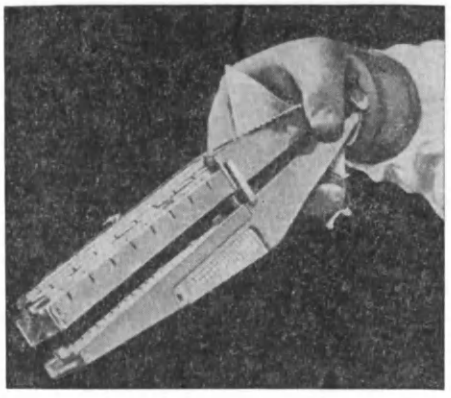
Еще более чудесное изобретение — а п п а р а т, а в т о м а т и ч е с к и с ш и в а ю щ и й с о с у д ы и н е р в ы. Принцип этого аппарата был впервые предложен инженером В. Гудовым. До последнего времени врачи сшивали сосуды и нервы вручную — особо загнутой острой иглой. Нужны были исключительная чуткость пальцев и точность движений, чтобы быстро и крепко сшить тонкий сосуд, не нарушив при этом кровообращения. Теперь



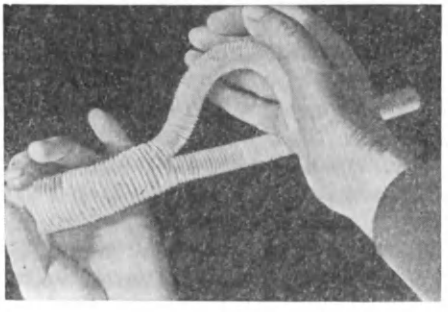
1



2



3



4

Хирург, вооруженный таким аппаратом, сшивает разрезанную кишку за считанные минуты (1). А с помощью такой «швейной машины» врач быстро накладывает швы на различные живые ткани (2). Страшные с виду клещи — добрый друг больного; с их помощью хирурги сшивают ткани глубоко в брюшной полости (3). Аорта, которую вы видите на этом снимке, сделана из фторопласта — наиболее стойкого из полимеров (4).

врач вкладывает концы рассеченного сосуда в небольшой аппарат и нажимает рычажок. В одно мгновение концы сосуда оказываются плотно соединенными по всей окружности крохотными металлическими скобками из легкого нержавеющего металла — тантала.

Искусственное сердце

Особенно сложны операции на сердце. Ведь любой оперируемый орган необходимо закрепить неподвижно хотя бы на короткое время. Но как быть с сердцем, которое непрерывно сжимается и разжимается, прогоняя по организму кровь?

Вот почему до недавнего времени операции на сердце были крайне редки и не всегда кончались благополучно. Заветной мечтой врачей было остановить сердце и освободить его от крови хотя бы на 10—15 минут. Сейчас эта мечта осуществлена — создан аппарат для искусственного кровообращения. На время операции он может заменить сердце и легкие.

Вскрыв грудную клетку больного, хирург вводит в вены, по которым течет к сердцу обежавшая организм кровь, пластмассовые трубочки. Они соединены с автожектором — механическим сердцем из стали. Такими же трубками присоединяются к аппарату и артерии — сосуды, через которые пульсирующее сердце выталкивает побывавшую в легких кровь.

Главная часть автожектора — два сильных и быстрых насоса. Один из них берет на себя работу правого желудочка сердца. При включении аппарата он начинает втягивать бегущую к сердцу темную, венозную кровь. Сердце освобождается от крови, постепенно перестает сокращаться и останавливается. Теперь его можно оперировать.

Втягивая бежавшую к сердцу кровь, насос автожектора сразу же направляет ее в большой стеклянный цилиндр оксигинатора, заменяющего легкие. Особый разбрызгивающий механизм вспенивает кровь. Мельчайшие пузырьки пены заполняют камеру из органического стекла, через которую непрерывно пропускается подогретый кислород. В этой камере темная, венозная кровь быстро освобождается от углекислоты, насыщается кислородом и приобретает алый цвет. Затем кровь поступает во второй насос, выполняющий работу левого желудочка сердца. Легкими толчками он подает обогащенную кислородом кровь в артерии.

Закончив операцию, хирург отключает аппарат, и оперированное сердце вновь начинает биться. Все время, пока продолжается операция, необычайно чуткие и точные электронные механизмы — «контролеры» — непрерывно следят, чтобы кровь сохраняла постоянную температуру и поступала в сосуды под тем же давлением, как и при живом сердце.

Успешно начинают применять и другой аппарат, способный на время заменить заболевшую почку и удалить из крови вредные вещества.

Сегодня хирурги мечтают уже не только об аппаратах, способных временно выполнять работу больного органа, но и о настоящем искусственном сердце или почке, которые можно было бы поместить в организме больного и навсегда заменить ими поврежденные живые органы. И не только мечтают, но и пробуют создавать такие аппараты.

Врачи уже научились успешно заменять омертвевшие крупные кровеносные сосуды искусственными, сделанными из новых синтетических материалов, а раздробленные кости и суставы — отлитыми из прочной пластмассы. И эти искусственные части организма отлично в нем приживаются. Недавно стали делать и еще более удивительные опыты. Искусственную руку или ногу — п р о т е з — соединяют с окончаниями нервов и снабжают таким чувствительным аппаратом, который улавливает и усиливает электрические сигналы, посылаемые мозгом. Человек захочет согнуть искусственные пальцы, и они согнутся!

Врач слышит через стену

После некоторых серьезных операций больной в первые часы бывает так слаб, что даже малейшее прикосновение может стать для него опасным. Как же врачам проверять состояние больного?

Больной лежит на постели на двух мягких матрацах. Из-под нижнего матраца спускаются провода. Они тянутся в соседнюю комнату, где сидит врач. Сложные аппараты позволяют врачу видеть и слышать отсюда, как бьется сердце больного, как он дышит, какова его температура.

Один из этих аппаратов называется д и н а м о к а р д и о г р а ф о м. Его «щупальца» — упругие металлические пластинки — укреплены на проволочной сетке под постелью больного. В пластинки вмонтированы тончайшие проволочки. По ним проходит очень слабый электрический ток. Этот ток бежит затем через ламповые усилители и колеблет стрелки на шкале аппарата. При малейшем давлении на проволочки изменяется их сопротивление току. Несмотря на то что «щупальца» динамокардиографа отделены от больного двумя матрацами, аппарат точно показывает, насколько сильнее давит на пластинку сердце, наполняющееся кровью, и насколько легче оно делается, насколько меньше давит на пластинку, когда сжимается и выталкивает из себя кровь.

Другой, похожий на первый аппарат — к и м о г р а ф — соединен с тонким резиновым поясом, охватывающим грудь больного. Кимограф определяет глубину и характер дыхания.

К коже больного прикасаются также крошечные шарики, меньше спичечной головки. От них тоже бегут провода. Эти шарики — датчики э л е к т р о т е р м о м е т р а. Они сделаны из полупроводника. Малейшее изменение температуры тела больного тотчас отражается на шкале чувствительного гальванометра.

ТАНТАЛОВЫЕ НЕРВЫ

Резвые собаки бегали и прыгали. Другие, поспокойнее, ходили, сидели. Нашлись и лежебоки — растянулись у стены и дремали. Все они внешне ничем не отличались от своих сородичей. Словом, собаки как собаки...

Но почему за их поведением так внимательно наблюдают врачи и инженеры? В этот день проф. Б. В. Огнев и канд. техн. наук В. Ф. Гудов пригласили коллег в Институт хирургии Академии медицинских наук СССР. Врач и инженер показали результат своих двухлетних опытов по замене у собак естественных нервов искусственными — из тантала.

Профессор подзывал собаку и говорил:

— У нее из тантала седалищный нерв.

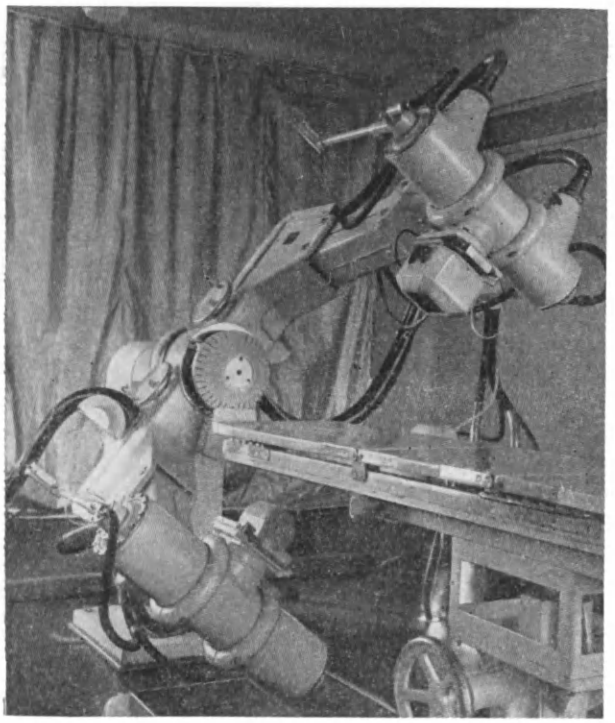
— А у этой блуждающий нерв заменен танталовым.

Инженер у третьей собаки открывал пасть.

— Мы ей поставили гортанные нервы из тантала...

В лаборатории проф. Б. В. Огнева много собак и кроликов, у которых природные нервы заменены танталовыми. Это достижение нашей медицинской науки и техники сулит большие возможности в хирургии. В случае паралича из-за разрыва или заболевания нервов человек не обрекается на неподвижность.

Не так давно в одной из больниц Ленинграда заменили парализованный нерв танталовым человеку.



Рентгенотерапевтическая установка для лечения злокачественных опухолей. Установка снабжена дистанционным и программным управлением.

Пушка направлена на опухоль

После того как были созданы искусственные радиоактивные вещества, излучение которых глубоко проникает в любую среду, ученые нашли, что их можно применять и для лечения. Опыты показали, что мощный поток радиоактивных частиц способен останавливать рост злокачественных опухолей и даже убивать их клетки, вредные для человека. И вот в крупных клиниках появились замечательные аппараты— к о б а л ь т о в ы е п у ш к и, как называют их врачи.

Кобальтовая пушка не стреляет снарядами. Но в ее сердцевине, в платиновой трубочке, запаяна крупинка радиоактивного кобальта. Кусочек металла непрерывно испускает тончайший поток невидимых глазу частиц. Этот поток можно так отрегулировать, что он будет безвреден для здоровой ткани, но разрушит ткань опухоли.

* * *

Здесь рассказано лишь о некоторых сложных аппаратах и механизмах, применяемых в современной медицине. Таких аппаратов уже очень много и с каждым годом появляется все больше и больше. Техника успешно помогает врачам бороться за здоровье и жизнь человека. ■

ФОТОАППАРАТ И КИНОСЪЕМОЧНАЯ КАМЕРА

«Спокойно... Снимаю!» Раздается легкий щелчок, и юный фотолюбитель опускает свой «Юнкор». «Готово!»

Что же произошло в аппарате в момент съемки? Затвор, помещенный между двумя линзами объектива, раскрылся на $^1/_{60}$ секунды. Лучи света прошли через объектив и попали на светочувствительную пленку, спрятанную в непроницаемом для лучей корпусе аппарата. Потом затвор снова закрылся, но в светочувствительном слое пленки осталось скрытое фотографическое изображение. При последующей химической обработке оно проявится, станет видимым.

На цветном рисунке (стр. 480—481) показаны 14 моделей фотоаппаратов, от простых до самых совершенных. По принципу действия все они, да и десятки других аппаратов, выпускаемых нашей промышленностью, не отличаются друг от друга. Для чего же так много разных аппаратов, если принцип их действия одинаков?

Разные аппараты существуют для разных видов работы, разных условий съемки, для фотографов разной квалификации.

Многие аппараты снимают на роликовую пленку шириной 6 *см*. На такой пленке негативы получаются сравнительно крупные и не требуют при печати больших увеличений. Благодаря этому лучше сохраняются резкость снимка, его контрастность, менее заметна зернистость пленки и царапинка на негативе не превращается в целую полосу. Еще более высокое качество снимков дает павильонная камера «Восток». Она снимает на пластинках или форматной пленке размером 9 × 12 *см*.

Но камеры большого формата имеют и недостатки. Они тяжелы, громоздки, а количество

СОВЕТСКИЕ ФОТОАППАРАТЫ

«КИЕВ»

«ВЕГА-2»

«ЛЮБИТЕЛЬ-2»

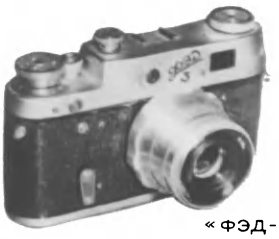
«ЗОРКИЙ-4»

«ЮНКОР»

«ЛЕНИНГРАД»

«ДРУГ»

«ЗЕНИТ-3М»



«ФЭД-3»

«СТАРТ»

«ИСКРА»

«ЗЕНИТ-5»

«НАРЦИСС»

«ВЕСНА»

«САЛЮТ»

СОВЕТСКИЕ ЛЮБИТЕЛЬСКИЕ КИНОКАМЕРЫ

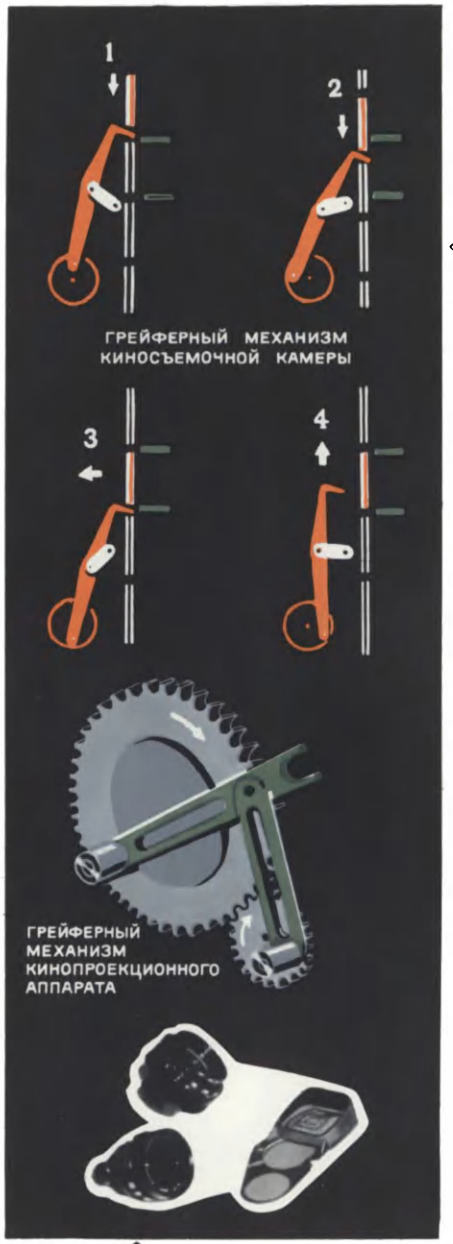
«КВАРЦ-3»

«КВАРЦ-2»

«КВАРЦ»

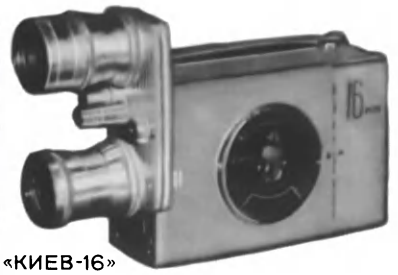
«ЭКРАН»

«ЛУЧ-2»



СМЕННАЯ ОПТИКА К КИНОСЪЕМОЧНОЙ КАМЕРЕ «КВАРЦ»
/ТЕЛЕНАСАДКА, ШИРОКОУГОЛЬНАЯ НАСАДКА, ВИДОИСКАТЕЛЬ/

КИНОПРОЕКЦИОННЫЕ АППАРАТЫ

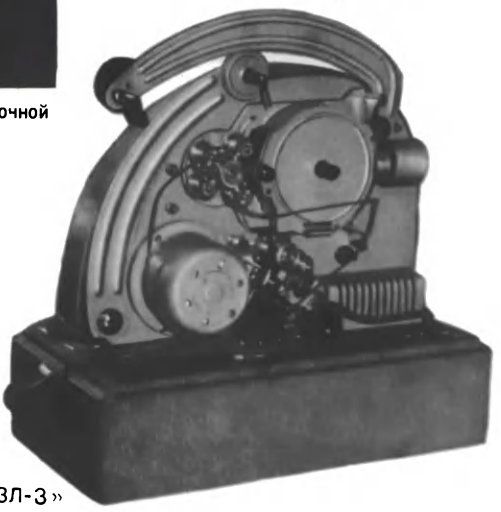


«КИЕВ-16»

«НЕВА-2»

«СПОРТ-3»

«СПОРТ-2»



«16 КПЗЛ-3»

снимков, которые можно сделать без перезарядки, невелико. Поэтому такими камерами пользуются в основном для художественной фотографии: ведь там самое важное — это качество снимка.

Гораздо легче и компактнее так называемые малоформатные камеры, снимающие на перфорированную пленку шириной 35 *мм*. При пользовании мелкозернистыми пленками и не слишком больших увеличениях они также позволяют получать прекрасные снимки.

Наконец, есть совсем маленькие камеры, которые снимают на пленку шириной 16 *мм*. По размерам они всего вдвое больше спичечной коробки. Но качество снимков здесь получается заметно хуже, чем у больших камер.

Самая важная часть любого фотоаппарата — это о б ъ е к т и в. От него зависит качество фотографии: ее резкость, четкость, отсутствие искажений. Линзы в объективах обычно разделены на две группы, между которыми находится д и а ф р а г м а. С ее помощью изменяют количество света, проходящего через объектив.

З а т в о р ы фотоаппаратов чаще всего бывают либо центральные, либо шторные. *Центральный, или секторный, затвор* показан на цветном рисунке вверху. Центральным он называется потому, что размещается в центре объектива, рядом с диафрагмой; секторным — потому, что состоит из нескольких одинаковых секторов. На рисунке они для наглядности окрашены в разные цвета. Такой затвор компактен и надежен в работе. Но он не позволяет получать выдержки короче чем $^1/_{500}$ секунды. Более универсален *шторный, или щелевой, затвор*. Он показан на схеме в центре в виде ленты на двух катушечках, установленной перед светочувствительным материалом. Величина выдержки регулируется путем изменения ширины щели. Этот затвор не связан с объективом. Он позволяет получать короткие выдержки (до $^1/_{2000}$ секунды).

В большинстве аппаратов имеется с а м о с п у с к затвора. Если вы хотите снять самого себя, попросите товарища постоять на облюбованном вами месте. Укрепив камеру на штативе, вы наводите ее, а затем включаете самоспуск. Начинает работать механизм, который откроет затвор камеры примерно через 10 секунд. Вполне достаточно времени для того, чтобы попросить товарища отойти и самому встать на его место.

Для моментальных съемок при слабом освещении применяется л а м п а - в с п ы ш к а. Большинство аппаратов имеет специальное приспособление, позволяющее включать вспышку одновременно с открыванием затвора.

Для того чтобы навести камеру точно на объект съемки, служит в и д о и с к а т е л ь. В простейших камерах он сделан в виде рамочки или в виде отверстия без оптики. В «Юнкоре» и большинстве других камер применен так называемый галилеевский видоискатель с линзами. В более совершенных моделях он объединен с дальномером, а в некоторых аппаратах имеет еще наводку по глазу для близоруких и дальнозорких.

В аппаратах «Зенит», «Старт», «Салют», «Комсомолец», «Любитель» и некоторых других применен зеркальный видоискатель. Он дает более крупное изображение объекта съемки, что облегчает компоновку снимка. Однако удобство пользования тем или иным типом видоискателя в основном зависит от навыка фотографа.

Наиболее совершенные аппараты — «Киев-3А», «Киев-4», «Зенит-4», «Зенит-5», «Искра-2» — имеют встроенный э к с п о н о м е т р. Через специальное окно свет от снимаемой сцены попадает на селеновый фотоэлемент. В фотоэлементе возникает электрический ток. Проходя по обмотке измерительного прибора, этот ток вызывает отклонение стрелки. Чем ярче освещенность, тем больше отклонение. По показаниям прибора определяют необходимые условия экспозиции (диафрагму и выдержку).

Но фотоаппарат не может передать движение участников снимаемой сцены. А как иногда хочется запечатлеть их! Ну что ж, техника уже давно решила эту проблему. Вы уже догадались, правда? Конечно, это кино.

Кинотеатр можно устроить и у себя дома, в школе, в красном уголке. Повесить маленький экран, поставить кинопроектор и смотреть фильмы, снятые юными кинолюбителями: вами и вашими товарищами.

Схема устройства киносъемочной камеры показана в середине цветного рисунка, вверху. Светочувствительная пленка сматывается с верхнего, п о д а ю щ е г о р о л и к а и направляется в ф и л ь м о в о й к а н а л. В канале прорезано окно, в которое попадает изображение, даваемое объективом.

Но если бы пленка в фильмовом канале двигалась равномерно, на ней вместо отдельных четких картинок — кадриков — получились бы «смазанные» полосы. Для съемки каждого кадрика пленку необходимо останавливать перед кадровым окном, а потом продергивать дальше.

И на время продергивания свет от объектива нужно прикрывать.

Пленку продергивает г р е й ф е р. Это лапка, управляемая особым механизмом. Работа грейфера показана на рисунке под схемой устройства камеры (см. цв. рис. на стр. 480—481). Сначала (1) грейфер входит в перфорационное отверстие на краю пленки. Затем (2) грейфер перемещается вниз и продергивает кинопленку на один кадрик. Закончив продергивание (3), грейфер оттягивается назад и выходит из перфорационного отверстия. Наконец (4), он снова поднимается в исходное положение.

Грейфер приводится в движение, когда вращается механизм камеры. И от этого же механизма получает свое вращение о б т ю р а т о р — затвор кинокамеры. Он действует подобно затвору фотоаппарата. Часто обтюратор имеет форму диска с вырезанным сектором, как показано на нашей схеме. Диск все время вращается, и притом в точном согласии с движениями грейфера.

Пока грейфер проделывает свое «раз-два-три», он находится в соприкосновении с пленкой. Все это время обтюратор закрыт и свет от объектива на пленку не попадает. И только на счет «четыре», когда грейфер выходит из отверстия, мимо кадрового окна как раз проходит вырез обтюратора. Именно в этот момент и снимается очередной кадрик.

Выйдя из фильмового канала, уже отснятая пленка сматывается на нижний, п р и н и м а ю щ и й р о л и к.

По такой схеме работают все киносъемочные камеры, показанные на цветном рисунке по бокам. В разных моделях устройство грейфера и обтюратора может быть разное, но принцип их действия всегда один и тот же.

Подобно разным моделям фотоаппаратов, различные киносъемочные камеры существуют для разных видов работы и для любителей разной квалификации. Поэтому, несмотря на одинаковый принцип действия, они различны по своим конструктивным особенностям.

Большинство любительских камер имеет пленку шириной 8 *мм* («Экран») или 2 × 8 *мм* («Спорт», «Кварц», «Нева»). Ролик кинопленки 2 × 8 *мм* пропускается через камеру дважды; сначала съемка производится на одну половину, а потом на другую. Достаточно поменять местами подающую и приемную катушки и зарядить пленку в аппарат другим концом. После проявления пленка 2 × 8 *мм* разрезается вдоль осевой линии на две киноленты, по 8 *мм* каждая.

Для домашнего экрана шириной 1—1,5 *м* черно-белые кинофильмы на 8-миллиметровой пленке получаются вполне удовлетворительного качества, особенно при съемке крупным планом. Цветные 8-миллиметровые кинофильмы обычно страдают недостатком резкости. Значительно лучшее качество цветного изображения получается при съемке на пленку шириной 16 *мм*. Но камеры для 16-миллиметровой пленки заметно сложнее по конструкции и тяжелее по весу. Так, «Киев» (16С-2) весит 1450 *г*, в то время как «Спорт» — 800 *г*, а «Экран» — всего только 600 *г*. 16-миллиметровые камеры чаще применяются не в любительской, а в научной и учебной кинематографии, а также для съемки телевизионных фильмов. Для этих целей выпускаются более сложные профессиональные камеры, которые на нашем рисунке не показаны.

Как и в фотоаппарате, самая важная часть киносъемочной камеры — объектив. При этом важную роль играет не только качество объектива, но и его ф о к у с н о е р а с с т о я н и е. Для съемки небольших групп, средних пейзажей в кино, как и в фотографии, хороши объективы средних фокусных расстояний. Для 8-миллиметровой пленки это 12—13 *мм*, для 16-миллиметровой — 20 *мм*, для 35-миллиметровой — 50 *мм*. Именно такая оптика ставится на кинокамерах и фотоаппаратах, не имеющих сменных объективов. Для съемки портретов и удаленных объектов применяют длиннофокусные объективы. Если же нужно охватить широкую сцену — внутренность помещения, панораму города, широкий пейзаж, ставят так называемый широкоугольный объектив с малым фокусным расстоянием.

Все профессиональные киносъемочные камеры имеют сменную оптику. Есть она и в наиболее совершенных любительских камерах. Так, аппарат «Киев» (16С-2), кроме основного объектива — 20 *мм*, имеет и длиннофокусный — 50 *мм*. Оба объектива установлены на поворотной турели, и смена их занимает несколько секунд. Камеры «Нева» и «Нева-2» имеют только один объектив, но на поворотной турели смонтированы две насадки. Одна из них телескопическая, увеличивающая фокусное расстояние объектива вдвое. Вторая насадка широкоугольная; она тоже вдвое уменьшает фокусное расстояние. К камерам «Кварц» и «Кварц-2» можно купить сменные объективы, устанавливаемые в случае надобности на место основного. Они показаны на средней части рисунка внизу.

А на камере «Кварц-3» установлен объектив «Метеор-2» с переменным фокусным расстоя-

нием. На нашем рисунке (вверху слева) видно, что «Метеор-2» имеет сверху рукоятку. По мере ее вращения фокусное расстояние объектива увеличивается или уменьшается. Практически это означает, что аппарат, стоя на одном месте, как бы «наезжает» на объект съемки либо «отъезжает» от него. Вы, вероятно, заметили такие «наезды» и «отъезды», когда смотрели футбол по телевидению. Телевизионные камеры тоже имеют объективы с переменным фокусным расстоянием.

Подобно лучшим моделям фотоаппаратов, наиболее совершенные любительские кинокамеры («Нева», «Нева-2», «Кварц-2», «Кварц-3») имеют встроенные экспонометры. Стрелка измерительного прибора видна в окне видоискателя камеры. Приступая к съемке, кинолюбитель изменяет установку диафрагмы до тех пор, пока стрелка не совместится со специальной отметкой. Теперь можно снимать, экспозиция будет правильной!

Такая установка экспозиции называется полуавтоматической. Все-таки здесь нужно устанавливать диафрагму вручную. Любительская киносъемочная камера «Лада» имеет полностью автоматическую установку экспозиции. В ней ток от фотоэлемента отклоняет не стрелку измерительного прибора, а рычажок, меняющий положение диафрагмы.

Как же все-таки выбрать для себя фото- или киноаппарат? И как им правильно пользоваться?

Фотосъемка и киносъемка — большое и сложное искусство. Ему посвящены тысячи книг, написанных на десятках языков. Мы здесь сможем дать лишь несколько основных технических советов для начинающих.

Основа всех основ фото- и киносъемки — это **правильная выдержка**. Если на пленку попало слишком мало света (недодержка) или слишком много (передержка), снимок будет испорчен и говорить о каких-либо других его достоинствах и недостатках просто не придется.

Но необходимая величина выдержки изменяется в очень широких пределах. Она зависит и от чувствительности пленки, и от времени дня и года, и от географической широты, и от погоды, и от характера снимаемого объекта. Как же ее определить в тех случаях, когда это не делается автоматически или полуавтоматически?

Выдержку можно определять разными способами. Здесь и специальные таблицы, и построенные на основе этих таблиц механические калькуляторы, и экспонометры: простые — оптические и сложные — фотоэлектрические. Наконец, опытные специалисты обычно хорошо умеют определять выдержку просто на глаз. Но для начинающих этот способ, разумеется, недоступен.

Второе основное требование — это **резкость снимка**. В некоторых простейших фото- и киноаппаратах резкость обеспечивается сама собой при расстояниях до объекта съемки не меньше чем 1—1,5 *м*. Но такое упрощение достигается за счет снижения светосилы объектива и ухудшения качества изображения. Поэтому в подавляющем большинстве камер предусмотрена наводка на резкость. Практически это означает, что положение объектива изменяют в зависимости от расстояния до объекта съемки. При этом в простых камерах расстояние определяют на глаз и наводят по шкале. В более сложных камерах наводка производится либо с помощью оптического дальномера, либо по резкости изображения на матовом стекле.

Третье основное требование — **правильный выбор границ будущего снимка**. Снимая людей, не «срежьте» кому-нибудь голову или часть лица. С другой стороны, следите за тем, чтобы на снимок не попало ничего лишнего, случайного, отвлекающего внимание от основного объекта. Если в фотографии еще можно убрать ненужные края кадра в процессе увеличения снимков, то при киносъемке этот путь закрыт: все, что вы сняли, будет показано на экране.

Характерная ошибка начинающих — недостаточная устойчивость камеры при съемке с рук. Камеру следует держать твердо, а на спуск нажимать плавно, без толчка. Иначе на фотографии контуры изображения «сдваиваются», а при киносъемке изображение «пляшет» на экране.

Выбирая для себя фото- или киноаппарат, помните следующее:

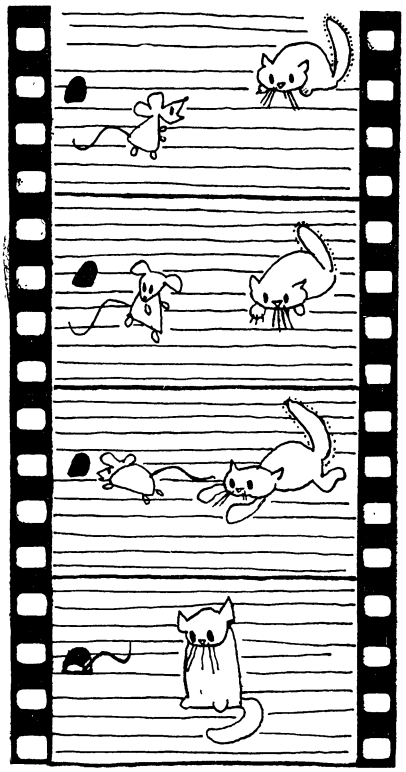
1. Снимает не аппарат, а человек. Конечно, качество аппарата тоже играет роль, но гораздо важнее умение им пользоваться.

2. Начинающему любителю нужен самый простой аппарат. Работа с ним требует меньше знаний и навыков, поэтому меньше будет и ошибок.

3. Не переходите к более сложному аппарату до тех пор, пока не научитесь получать хорошие снимки простым.

ТЕХНИКА КИНО

Представьте фотоснимок. На нем словно застыл тот миг, когда фотограф нажал на спуск своего аппарата. Неподвижно висит самолет, не колышется листва деревьев, и люди застыли, совсем как в сказочном сонном царстве. Но люди сумели оживить фотографию. Это «чудо», к которому мы привыкли и которое почти не замечаем, происходит в кино.



Конечно, одну фотографию оживить нельзя, для кино их нужно много. Вот часть киноленты, здесь несколько картинок-кадров. Присмотритесь внимательнее — вы увидите, что картинки немножко разные, хоть и очень похожи друг на друга. Рассматривая их одну за другой, вы сможете проследить все движения изображенных предметов. И если сменять эти картинки с неуловимой для глаза скоростью, вы уже не сможете заметить, когда одна картинка сменяется другой. Движение покажется вам непрерывным. Киносъемочная камера 24 раза в секунду открывает свой «глаз» и делает снимок. А потом в проекционном аппарате 24 снимка сменяют друг друга на экране тоже в течение секунды.

Кинематограф родился в конце прошлого века. И более тридцати лет он оставался немым. Только в конце 20-х годов развитие техники подготовило все необходимое для создания звукового кино. И тогда его создали сразу многие изобретатели в разных странах. У нас в СССР звуковое кино изобрели одновременно два ученых — А. Ф. Шорин и П. Г. Тагер. В деталях их системы различались, но сущность была одна: звук записывался на кинопленку. Кадрики изображения немного уменьшили и сдвинули в сторону, чтобы освободить место для звукозаписи — звуковую дорожку.

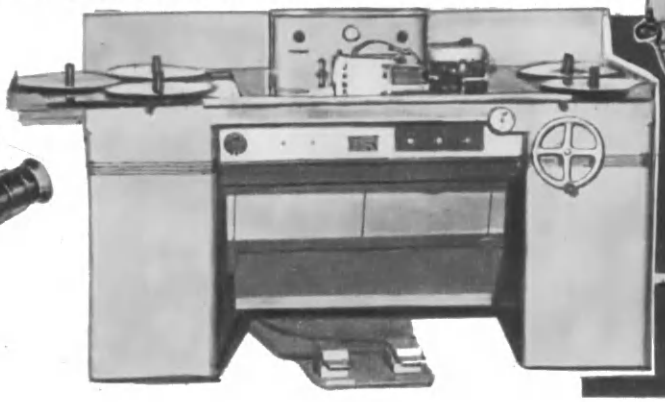
Сначала звук с помощью микрофона превращают в электрические колебания. Затем колебания усиливают и подводят к гальванометру. Колебания тока заставляют ленточку гальванометра колебаться в магнитном поле и то больше, то меньше загораживать световой луч, идущий от лампы к кинопленке. От этого и кинопленка освещается то больше, то меньше. Пленка бежит в аппарате, светлые места чередуются с темными. Потом звуковую пленку проявляют и печатают вместе с изображением. На звуковой дорожке видны темные и светлые зубчики. Это и есть записанный звук.

Как же заставить пленку зазвучать? Для этого в кинопроекционном аппарате тоже ставят лампу, а перед ней делают узкую щелочку. Тоненький луч попадает на звуковую дорожку, за которой находится электрический глаз — фотоэлемент. Этот прибор под действием света дает электрический ток. Когда на пленке попадается светлый зубчик, луч вспыхивает и фотоэлемент дает большой ток. А набежит темный зубчик, закроет луч — и ток в фотоэлементе уменьшится. Затем ток усиливают и подводят к громкоговорителям.

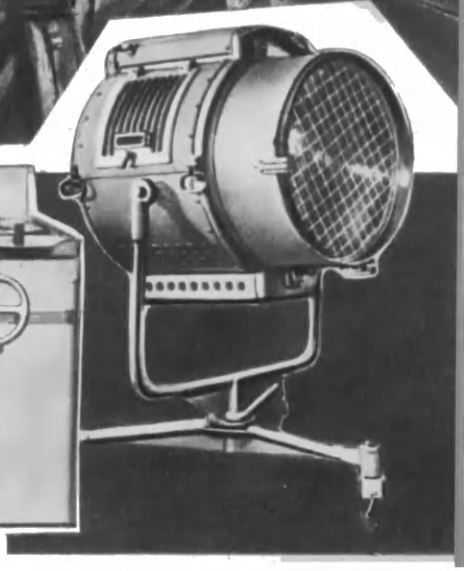
После того как закончены съемки и звук записан, кинопленку отправляют в цех обработки. Увлекаемая вращающимися барабанами и роликами пленка опускается на дно глубоких баков, проходит через раствор проявителя. Затем она промывается водой и попадает в бак с фиксажным раствором. После фиксажа пленка снова промы-

Когда вы будете смотреть этот фильм, то и не догадаетесь, что его снимали в павильоне. Такому впечатлению реальности мы обязаны технике. Посмотрите, сколько здесь самых разнообразных устройств и механизмов: осветительных, съемочных, транспортных... →

КИНОСЪЕМОЧНЫЙ АППАРАТ РЕПОРТАЖНЫЙ СИНХРОННЫЙ 16 СР



ЗВУКОМОНТАЖНЫЙ СТОЛ



КИНОПРОЖЕКТОР ДУГОВОЙ КПД-60

вается и отправляется в сушильный шкаф. Высушенная пленка наматывается на приемную катушку. (Путь цветной пленки еще длиннее.)

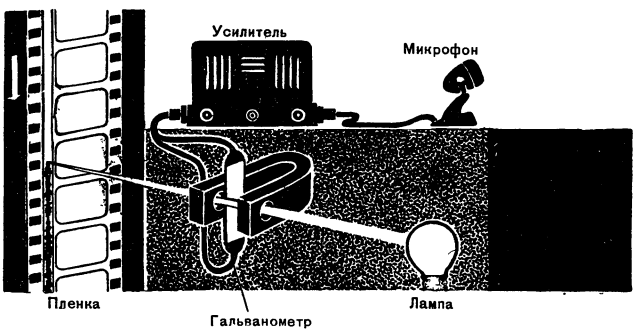
С проявленных негативов изображения и звука на копировальных аппаратах печатают позитивы. Их тоже проявляют и передают в цех монтажа. Монтажницы склеивают все сцены в нужной последовательности по указанию режиссера. Звуковую пленку монтируют пока отдельно. Потом, когда фильм уже смонтирован, звук перезаписывают, добавляя музыку и недостающие шумы. Готовый фильм отправляют на кинокопировальную фабрику.

Цвет в кино появился после того, как создали цветную фотографию. Кинокартина стала еще более жизненной. Но и она осталась картиной: зритель сидит в зале, а действие происходит в рамке, на стене. А нельзя ли сделать так, чтобы зритель чувствовал себя участником действия? Для решения этого вопроса нужно было прежде всего определить, чего же именно недостает киноизображению. После долгих исследований ученые пришли к выводу, что недостает объемности и «эффекта присутствия».

Два глаза человека видят то, на что он смотрит, немного по-разному. Сливаясь воедино в нашем сознании, эти два изображения создают впечатление объемности предметов, глубины пространства (см. т. **7** ДЭ). Поэтому, чтобы изображение в кино стало объемным, нужно на киноленте иметь два изображения: для каждого глаза свое. Киносъемочному аппарату дали второй «глаз» — второй объектив. Проекционный аппарат отбрасывает на экран сразу два изображения: правое и левое. Но каждый глаз зрителя должен видеть только свое. Для этого зрителям надевают специальные очки либо устанавливают перед экраном растр — сетку из тонких проволочек.

Так удалось «перекинуть мост» между экраном и зрительным залом. Живая картина как бы вышла из своей рамы навстречу зрителю. Но есть и другой путь: не картину вынести в зал, а зрителя вовлечь в картину. Представьте себе, что вы сидите в классе. Вы ясно, отчетливо видите учителя, классную доску. Краешком глаза вы видите также товарищей, сидящих справа и слева. Изображения их вырисовываются смутно, однако стоит одному из них сделать резкое движение — вы сразу заметите.

Идет натурная съемка отдельных эпизодов художественного широкоэкранного фильма «Живые и мертвые»... Здесь, как и в павильоне, не последнюю роль играет техника.

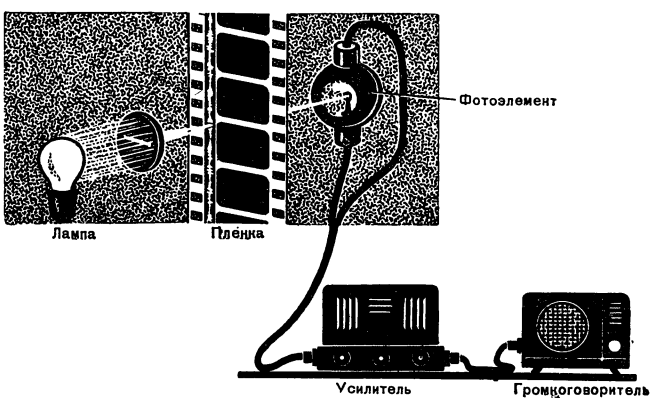


Звукозапись в кино.

Боковое зрение создает впечатление глубины окружающего пространства, ощущение вашего присутствия в нем. Это и есть так называемый «эффект присутствия». И для его создания в кино нужен экран, который захватывал бы все поле зрения.

В широкоэкранном кинотеатре зрителю прежде всего бросаются в глаза размеры и форма экрана. Ширина его 15—20 *м*, а высота мало отличается от обычной. Мы смотрим двумя глазами, и в высоту каждый глаз видит столько же, сколько и другой, тут они друг другу не помогают. Зато в ширину оба глаза вместе захватывают пространство, почти в два раза большее, чем один. Именно поэтому ширину экрана делают в 2—2,5 раза больше его высоты. Для того чтобы широкий экран еще лучше «окружал» зрителя, его делают вогнутым.

При создании широкоэкранного фильма особое значение приобретает качество кинопленки. Размер каждой картинки на пленке приблизительно 1,6 × 2,2 *см*. Увеличенное изображение этих картинок проекционный аппарат отбрасывает на экран. В обычном кино изображение



Заставим пленку зазвучать.

увеличивают в 200, даже в 300 раз, а для широкого экрана увеличение нужно в 800, а то и в 1000 раз. При таком увеличении малейший недостаток пленки становится огромным, а недостатков у нее много. Главный из них, пожалуй, в том, что изображение на пленке состоит из отдельных зернышек, и на экране при очень большом увеличении оно распадается на пятна, делается рябым, нечетким. Значит, для широкоэкранного кино необходимо улучшать качество пленки.

Другая трудность — это размещение широкоэкранной картинки на кинопленке. Сделать ширину кадра в 2,5 раза больше высоты не так просто. Ведь при прежней высоте это будет около 4 *см*, а ширина обычной кинопленки всего 3,5 *см*. Да еще по бокам на ней два ряда отверстий, на которые нельзя залезать. Как же быть? Уменьшить высоту? Но тогда и вся картинка уменьшится и увеличение потребуется еще большее.

Чтобы решить эту задачу, применяют для съемки особый объектив. Изображения предметов, снятых через такой объектив, искажаются, как в кривом зеркале, — они сжимаются, словно «худеют». Но если на кинопроекционном аппарате тоже поставить специальный объектив, то он восстановит нормальное соотношение и на экране все примет свой естественный вид.

Еще одна трудность широкого экрана — это свет. Если для нормального киноэкрана хватает света от обычной проекционной лампы, то при широком экране нужен целый прожектор с мощной электрической дугой, со специальной системой охлаждения. Не менее сложное дело и звук в широкоэкранном кино. В обычном кино громкоговорители стоят возле экрана. От экрана приходит к нам не только изображение, но и звук. Но в широкоэкранном кино экран занимает все поле зрения, и мы видим, как мотоцикл, например, пересекает весь зал. При этом и звук должен перемещаться. Поэтому громкоговорители ставят в разных местах и для каждой их группы делают особую запись звука, на отдельной дорожке пленки.

В простом кино одна звуковая дорожка, в широкоэкранном — четыре: по две с каждой стороны пленки. На одной записан звук для левой группы громкоговорителей. Если мотоцикл выезжает слева, то сначала работает эта группа. Потом запись переходит на вторую дорожку, для центральных громкоговорителей. От третьей дорожки работает правая группа. А четвертая дорожка управляет громкоговорителями, подвешенными вокруг всего зала. Они используются для создания мощных звуковых эффектов, охватывающих все помещение, например грома. Такая система называется стереофонической, т. е. системой объемного звучания.

Но и широкоэкранный кинематограф полного «эффекта присутствия» все же не дает. Для этого ширину экрана нужно было бы довести до 25—30 *м*. Однако с обычной 35-миллиметровой пленкой этого не сделать. Увеличение получается слишком большим.

Одна из систем, создающих полный эффект присутствия, — это так называемый широкоформатный кинематограф. Здесь используется пленка более широкого формата: не 35 *мм*, а 70. На такой широкой пленке изображение с нужным соотношением сторон размещается уже без специальных оптических ухищрений. Никто здесь не худеет и не толстеет. Зато приходится создавать новые, особые аппараты и для съемки, и для монтажа, и для проекции.

Кроме широкоформатного, есть еще так называемое панорамное кино, или кинопанорама. Фильм снимается на трех отдельных пленках шириной по 35 *мм*. Стереофонический звук записывается на особой магнитной ленте с девятью дорожками.

После обработки три пленки и магнитная лента поступают в кинотеатр. Здесь каждый из трех проекционных аппаратов отбрасывает свою треть изображения на свою треть огромного вогнутого экрана. Звук, записанный на магнитной ленте, воспроизводится через особый аппарат — фильмофонограф — и подается к девяти группам громкоговорителей (пять за экраном и четыре в зрительном зале).

До сих пор мы говорили о технике съемки и воспроизведения художественного и документального кино. Но есть у кино и еще одна профессия: оно играет очень большую, порой незаменимую роль как средство научного исследования. Особенно широко в научных целях используется замечательная способность кинематографа ускорять или замедлять течение времени.

В тропических лесах живет крошечная птичка колибри. Она питается цветочным нектаром. Но колибри не садится на цветок, она как бы висит над ним. Как работают при этом ее крылья, не видно — настолько быстро они трепещут. Исследовать полет колибри помогла скоростная киносъемка. Птичку, висящую над цветком, сняли со скоростью 2400 кадров в секунду. А потом пленку проявили и показали на экране со

скоростью всего 24 кадра в секунду. Движение замедлилось в 100 раз! Оказалось, что колибри делает в секунду примерно 50 взмахов крылышками. Конечно, глаз не может за этим уследить. Но на экране каждый взмах был хорошо виден. Ведь теперь он длился уже не 0,02, а целых 2 секунды.

В природе есть и значительно бóльшие скорости. Вот во мгле нависших туч мгновенно вспыхивает молния. Немало бед может она принести. Чтобы защититься от молнии, надо ее изучить. Для этого создали специальную машину, делающую искусственную молнию. Лиловая искра с оглушительным треском проскакивает между двумя металлическими шарами. Очень быстро, ничего не успели рассмотреть. Как быть? Да очень просто: нужно снять молнию на кинопленку. Приносят сверхскоростную съемочную камеру. Ее включают одновременно с машиной. Жужжание. Удар! Камеру останавливают, пленку несут проявлять.

Но — увы! Замедление в 100, в 500, даже в 1000 раз не помогает. Молния на экране появляется и исчезает практически так же быстро, как и в жизни. Промышленность выпускает все более быстроходные камеры. Их преследуют неудачи. Без конца ломаются перегруженные механизмы. Кинопленка, не выдержав страшной скорости, разлетается на куски... Потребовались годы труда, чтобы создать камеру, делающую 10 млн. снимков в секунду. И только после этого неуловимости молнии пришел конец. Ее движение раскрылось во всех подробностях. На экране прекрасно видно, как от металлического шара ползет зигзагами — от пылинки к пылинке — светящийся червячок. За ним остается огненный след— полоса раскаленного воздуха. И как только червячок доползает до другого шара, по проложенной им дороге проносится ослепительно яркая лавина электрического разряда. Это и есть молния.

Кино помогает не только замедлять течение времени, но и ускорять его. Такая съемка позволяет увидеть, как прорастают семена и пробиваются всходы, как формируется растение, как развивается в яйце цыпленок. А исследование микробов? Ученые часами сидят над микроскопом и наблюдают, как делится какой-нибудь микроорганизм. Но вот к микроскопу пристраивают киноаппарат с автоматом, который делает, скажем, один снимок в минуту. Теперь ученый может заниматься другим делом; потом он увидит деление бациллы на экране за десять секунд!

Своей способностью замедлять и ускорять бег времени кино напоминает «машину времени», придуманную писателями-фантастами. Правда, оно не может переносить нас в будущее. Но в прошлое путешествовать можно. На экране кино оживает Лев Толстой или адмирал Макаров, снятые в начале века. Мы можем увидеть бои времен Великой Отечественной войны. Можем «присутствовать» при прокладывании первой борозды на целине. Самые интересные кадры кинохроники отбираются для особого архива — кинолетописи. Пройдут десятилетия, даже века, сменятся многие поколения, а волнующие события прошлого будут снова и снова оживать на волшебном экране кино.

■

ТЕХНИКА ТЕАТРАЛЬНЫХ КУЛИС

Многие ли из вас бывали за кулисами театра? Наверное, нет.

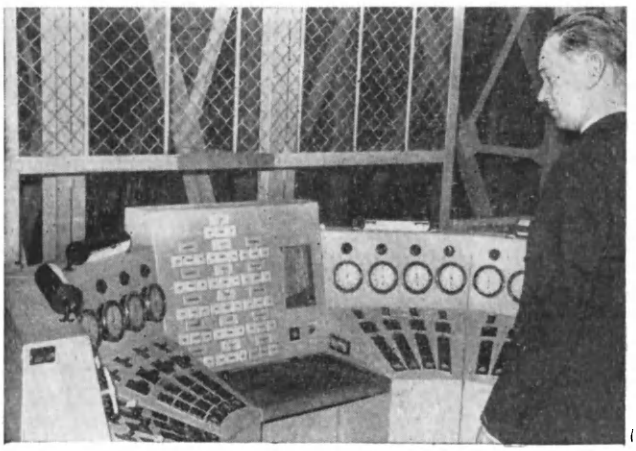
Когда-то очень давно театр не скрывал своей «кухни». Да в этом и не было надобности: в то время сцена была единственным его «техническим приспособлением». Все, начиная с приготовления к спектаклю, происходило здесь на глазах зрителей.

Современный театр — сложное техническое сооружение. Один из наиболее ярких примеров замечательного технического оснащения кулис — сцена Дворца съездов в Кремле. Давайте посмотрим, что скрывается за многотонной металлической шторой — занавесом, отделяющим кулисы от зрительного зала Дворца.

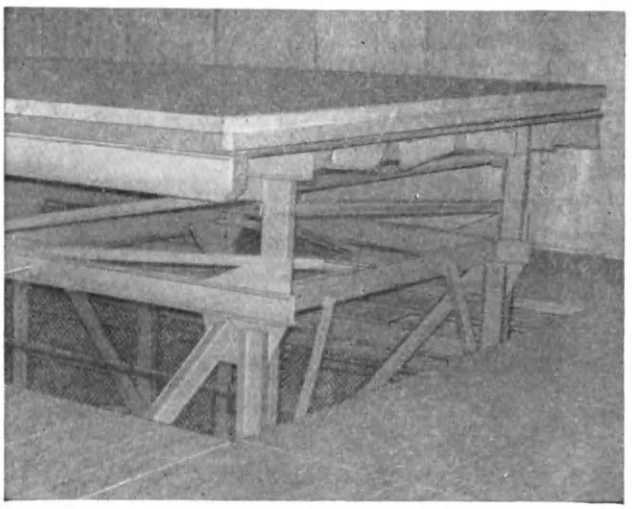
Техника здесь на каждом шагу. Восьмидесятитонный противопожарный занавес легко поднимается вверх и повисает за порталом, послушно охваченный гигантскими клещами. Тридцатитонный киноэкран (28×13 *м*) своим ходом выезжает из глубины сцены к рампе. Передняя часть авансцены уходит вниз, образуя так называемую оркестровую яму. Но проведение концертов и спектаклей — не главное на-

значение Дворца съездов. Это здание недаром носит такое название: вы все, конечно, знаете, что здесь проходят наиболее важные собрания советской общественности, многие международные съезды и конференции. В этих случаях сцену Дворца легко перестроить: оркестр «прячется» под сцену, а на его место выкатывается самоходная фура. На ней расположены места для президиума. И все это в течение нескольких минут!

Чтобы подняться к колосникам, висящим над сценой на высоте двенадцатиэтажного дома, надо совершить целое путешествие— сначала на лифте, а потом пешком по лесенкам, соединяющим галереи, которые опоясали сцену с четырех сторон. Здесь, на решетчатом полу верхнего трюма, рядами выстроились моторы и лебедки. Впрочем, моторы не только в верхнем трюме, они облепили все семь галерей над сценой, заполнили под ней помещения нижних трюмов.



Пульт управления механизмами сцены.



Оператор нажал кнопку, и часть сцены плавно поднялась вверх.

На каждом этаже — пульты дистанционного управления с комбинациями разноцветных клавишей-кнопок. Нажмите кнопку— и одна из многочисленных падуг (специальных устройств с накрученными на них «фонами» и «задниками») стремительно пойдет вниз, перекрывая сцену. Нажмите другую — и часть пола сцены плавно поднимется вверх. Новая кнопка — и пол сцены вздыбится лестницей. Еще одна — и эта лестница повернется вокруг своей оси.

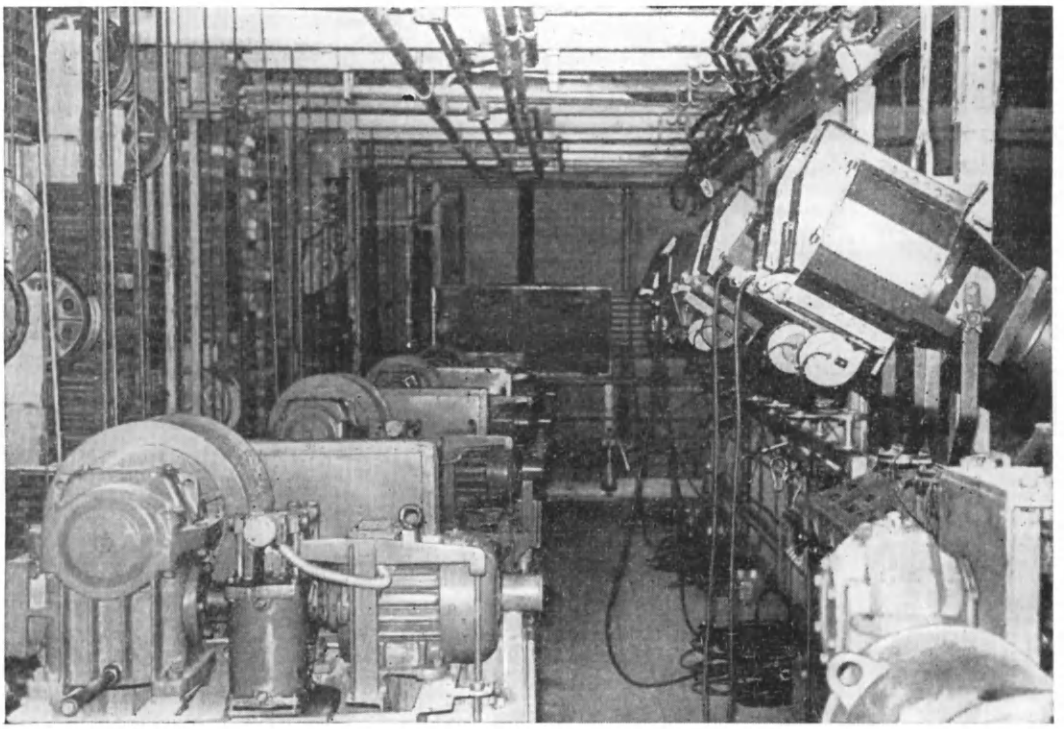
Но, пожалуй, самое главное чудо Дворца— его акустика. В таком гигантском зале, вмещающем 6 тыс. человек, донести до каждого и речь оратора, и голос певца, и звучание оркестра очень трудно. Ведь эхо, гуляющее по залу, искажает человеческий голос, а оркестр, наоборот, требует гулкости и без нее звучит очень сухо.

На помощь пришла электроакустика. Ко всем креслам в зале звук подается в «обработанном» виде. Шесть тысяч громкоговорителей спрятаны в спинках кресел. Еще четыре тысячи — в стенах и потолке. И гигантский зал ожил, загудел, послушно отзываясь на малейший шорох. Мягкая обивка кресел, толстые асбестовые маты, скрытые в потолке за алюминиевыми решетками, пакеты очесов капронового волокна в стенах, шерстяной ковер на полу, войлок, наконец, сам воздух между звукопоглотителями — вся эта хитроумная система акустических «ловушек» навела порядок там, где мог царить звуковой хаос.

Десять тысяч маломощных громкоговорителей — это, так сказать, «легкая артиллерия». «Тяжелая» спрятана под порталом сцены: пять громкоговорителей, высотой с двухэтажный дом каждый, мощью своего голоса буквально сотрясают, когда это нужно, весь зал.

Изменен и сам звук, «поданный» слушателю. Если он «сухой», «тусклый», его украсят едва уловимыми тонами, подарят ему «сочность» и «полноту». Делают это при помощи эха. Но ведь эхо «изгнано» из зала? Из зала — да, но не из Дворца. В его подвальных помещениях есть специальная «комната эха». Сюда по проводам приходят звуки со сцены. И здесь им разрешается «аукаться».

Эхо мечется по обширной комнате, заполненной микрофонами. Оператор-звукорежиссер,



Механизмы и осветительные устройства.

сидящий в зале за специальным пультом, отбирает нужные звуковые краски. Одним поворотом рукоятки он может «пригасить» оркестр и «выдвинуть» на первый план голос певца. А может начисто выключить эхо, и тогда речь оратора зазвучит раздельно и четко.

Мы с вами только краешком глаза заглянули за кулисы зала Дворца съездов. Мы не познакомились со сложной системой освещения, со способами имитации звуков — от цокота копыт до раскатов грома, с различными методами изготовления декораций и со многим другим. Но и того, что мы увидели, достаточно, чтобы понять: техника современного театра— сложное и тонкое дело, оно требует от людей больших и разносторонних знаний.

■

КАК ДЕЛАЮТ БУМАГУ

Бумага — привычный для каждого материал. Из чего же еще делать книги и тетради, журналы и газеты? Но люди узнали бумагу не так давно.

Первобытные племена писали прямо на скалах. В древнем Вавилоне использовали для письма глиняные дощечки. Египтяне сумели изготовить первый тонкий материал для письма— папирус из прессованной сердцевины болотного растения с тем же названием. В Европе с античных времен и до эпохи средневековья писали на пергаменте — особо обработанной тонкой телячьей коже. А в древней Руси применяли для обычных писем бересту — верхнюю часть березовой коры. Но все эти материалы были неудобны.

Тысячу лет назад в Европе начали делать бумагу. Сперва ее варили из размолотых старых тряпок. Пока книг и газет выходило немного, тряпичного сырья хватало. Но потом в каждом городе появились типографии, миллионы людей стали каждое утро читать газеты, а миллионам

школьников понадобились тетради и учебники. И люди научились делать бумагу из дерева.

Проследим шаг за шагом, что происходит со стволом спиленной в лесу ели, пока он не превратится в тонкий лист белой бумаги.

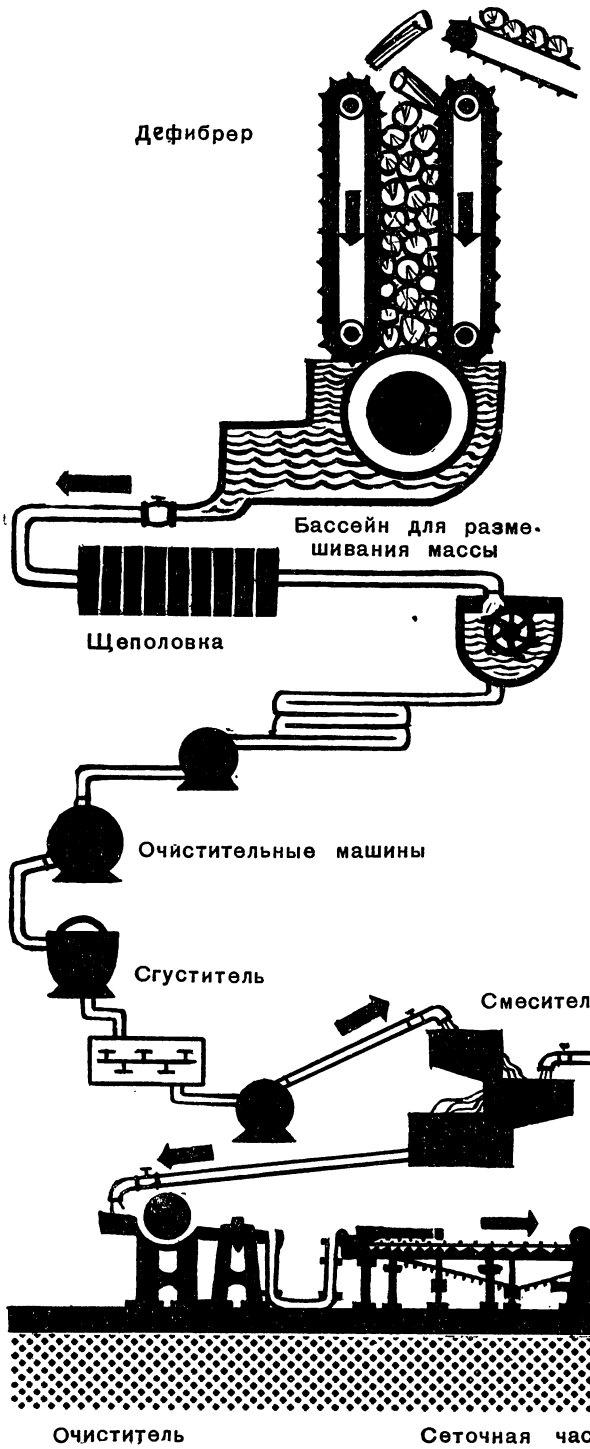
От бревна до кашицы

... Буксирный катер подтащил к причалу бумажной фабрики только что пришедший плот. (Чтобы не загружать железные дороги доставкой большого количества леса, бумажные фабрики стараются строить по берегам сплавных рек — пусть вода сама несет к фабрике сырье.) Рабочие быстро распускают связки и баграми подают бревна на цепи лесотаски — подъемника, выносящего бревна на берег. Отсюда начинается путь древесины от машины к машине.

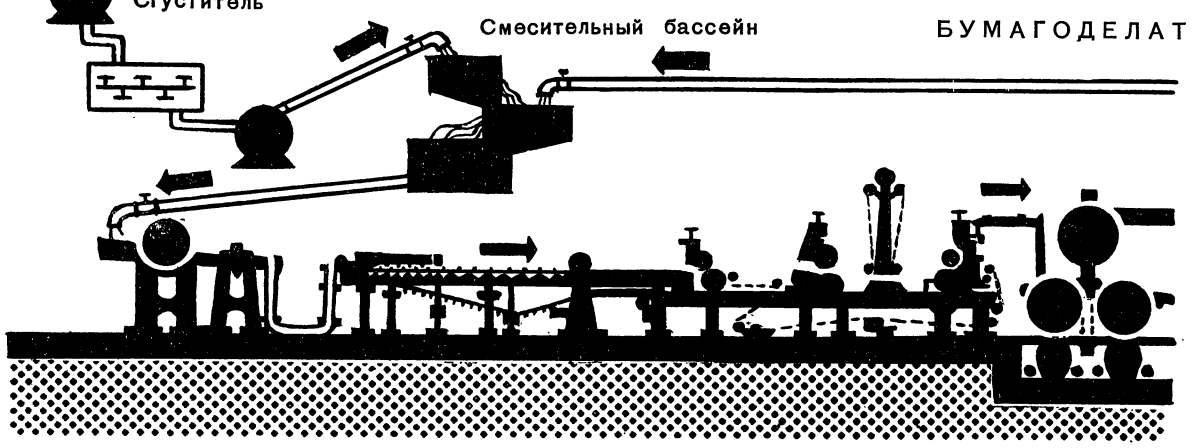
Сильные корочистные машины снимают со стволов кору. Круглые пилы мгновенно режут очищенные бревна на гладкие, ровные поленья одинаковой длины — балансы. Часть балансов конвейер несет на древесномассный завод.

Здесь они попадают в дефибрер. Это высокая металлическая коробка, в нижней части которой вращается огромный жернов. Его шершавая поверхность, смоченная водой, сдирает с баланса слой за слоем древесину, перерабатывая ее в рыхлую волокнистую массу. Из-под жернова быстрая струя воды уносит измельченную древесину в щеполовку, где древесная масса очищается от случайно оставшихся в ней крупных щепок.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ



БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫЙ

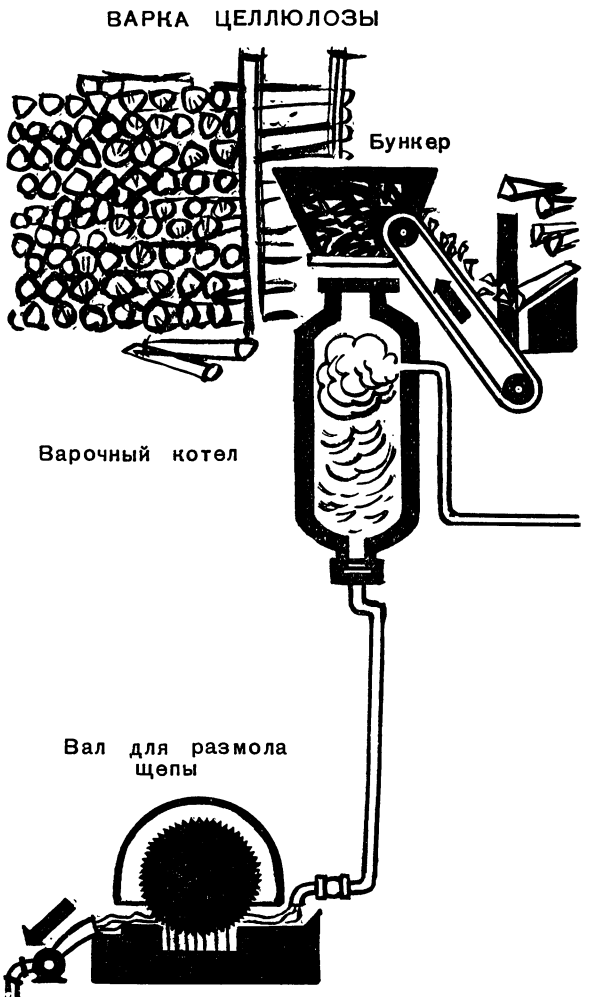


Бумага должна быть однородной, чистой. Поэтому древесную массу еще раз пропускают через сита очистительных машин. Затем в сгустителе из нее удаляют лишнюю воду и направляют в смесительный бассейн.

Вторую часть балансов конвейер приносит на целлюлозный завод. Там механические ножи рубят их в мелкую щепу, которую транспортер ссыпает в варочные котлы. В этих котлах щепу варят в растворе кислоты. Кислота растворяет те составные части древесины, которые не нужны для приготовления бумаги. Остается чистая древесная клетчатка — целлюлоза — в виде мелких волоконец.

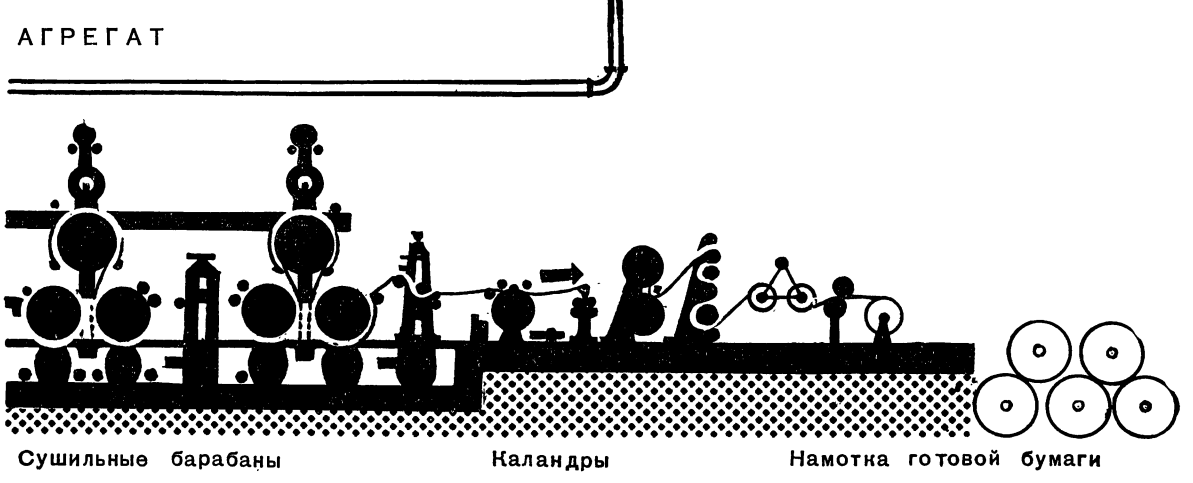
Полученную в котлах целлюлозу в роллах, или конических мельницах, размалывают в еще более мелкие волоконца и по трубам направляют в тот же бассейн, куда попадает измельченная и очищенная древесная масса. К смеси целлюлозы и древесной массы добавляют клей, чтобы на будущей бумаге чернила не расплывались. Добавляют также особый сорт белой глины — каолин; это делает бумагу непрозрачной. А если бумага должна быть цветной, в смесь вносят краску.

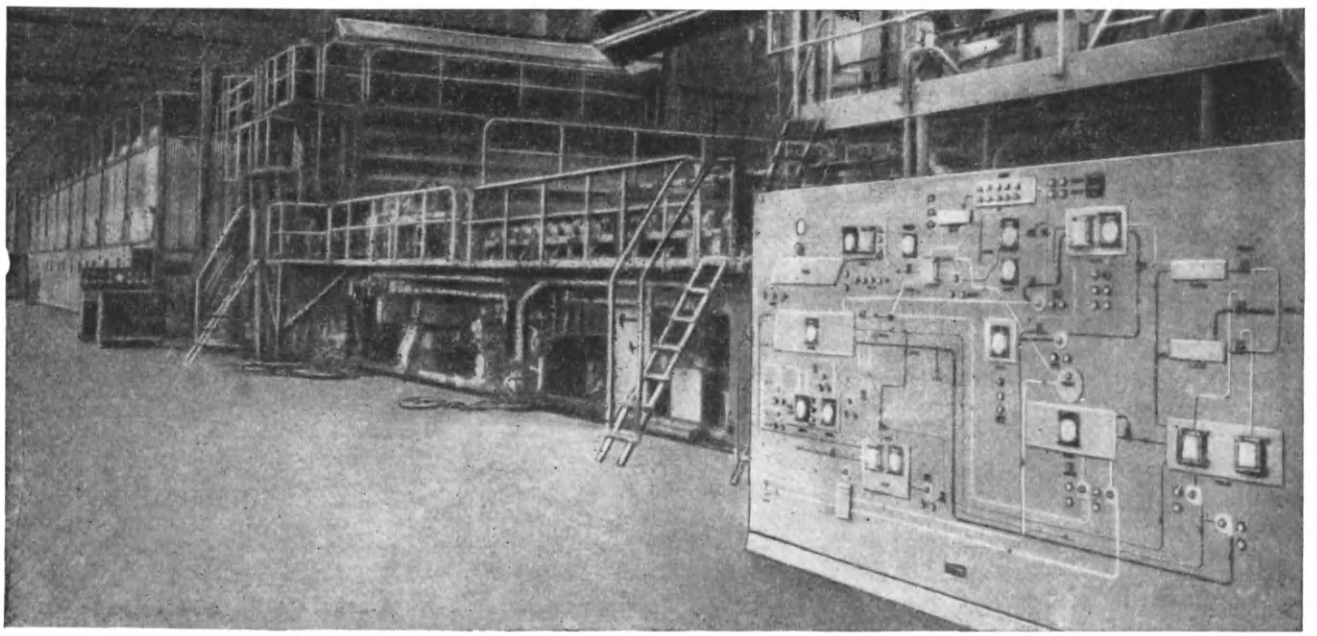
Материал для изготовления бумаги готов. Стройная ель превратилась в жидкую кашицу. Остается сделать из нее бумагу.



Машина-гигант

Попробуйте представить себе такую длинную машину, что с одного ее конца на другой надо звонить по телефону. Автоматическая





Общий вид автоматической бумагоделательной машины. Ее длина более 100 *м*. На переднем плане—пульт управления.

бумагоделательная машина как раз такая. Ее длина сто метров с лишним. Бумажная масса, проходя через нее, должна успеть высохнуть и превратиться в бумажный лист.

Работает эта огромная машина с необыкновенной быстротой. Она стоит на месте, но ее механизмы движутся со скоростью поезда. Каждую минуту с ее валов сбегает почти километр широкой бумажной ленты.

Управляют этой большой и сильной машиной всего пять человек. Но зато ей требуется много электрической энергии — столько, сколько нужно небольшому городу. А потребляемой ею воды хватило бы населению этого города.

От кашицы до листа

Как же работает бумагоделательная машина? Прежде всего бумажная масса проходит тщательную очистку. Особые устройства тщательно вылавливают проскочившие песчинки, сучочки, неразмолотые крепкие волоконца.

После этого бумажную массу ровным слоем накладывают на бронзовую сетку. По бокам сетки устроены борта, которые не дают массе переливаться через край. Содержащаяся в бумажной массе вода стекает через мельчайшие отверстия сетки, а волокна древесной массы и целлюлозы, переплетаясь между собой, оседают на сетке тонким слоем.

Чтобы лучше выжать из этого слоя влагу, под сеткой установлены ящики, из которых выкачан воздух. Они отсасывают воду. Однако даже после этого в бумажной массе остается много воды. Вот почему $^3/_4$ огромной машины — это различные устройства, которые помогают удалить воду.

Влажное бумажное полотно в виде широкой пухлой ленты сбегает с сетки и проходит постепенно через все эти устройства. Сперва воду отжимают различные цилиндрические прессы в виде вращающихся тяжелых валов. Количество воды в массе уменьшалось. Затем бумажное полотно попадает на сушильные барабаны. Они нагреты и гладят его, как огромные утюги. После них бумага содержит только 6—8% влаги.

Но это широкое белое бумажное полотно пока не очень красиво. В последней части машины установлены нагретые каландры— тяжелые полированные валы. Подсохшее бумажное полотно стало уже достаточно прочным, и его можно сдавливать между валами с большой силой. Из-под них бумажное полотно выходит более плотным, гладким и блестящим. В самом конце машины оно сматывается в огромные рулоны. Бумага готова.

Остается разрезать широкую ленту на листы, чтобы делать из них тетради, или на более узкие рулоны, чтобы печатать газеты и книги.

КАК ПЕЧАТАЛАСЬ ЭТА КНИГА

Пятьсот лет назад книги переписывали от руки. Писец сидел, склонившись над листом бумаги, и гусиным пером старательно выводил строчку за строчкой заказанной ему книги. За день самый усидчивый и опытный писец мог переписать не больше 10—15 страниц. Чтобы переписать, например, книгу размером с этот том, ему пришлось бы проработать целый год. И результатом его утомительного труда была бы всего одна книга. Всего одна!

Сколько же писцов пришлось бы усадить за работу, чтобы изготовить 500 тыс. книг — тираж каждого тома Детской энциклопедии! А у нас одна только московская типография «Фабрика детской книги» выпускает десятки тысяч экземпляров различных книг для детей. И не за год, а за день. Да разве могли бы получиться переписанные от руки книги такими же аккуратными, нарядными, а главное, абсолютно похожими одна на другую? Конечно, нет! У одного писца книга вышла бы красивее, у другого — похуже; на одной страничке строчки были бы ровные, на другой — не очень. А экземпляры любой новой книжки все одинаково нарядны. Как же их делают?

Давайте пройдем по цехам типографии и посмотрим, к примеру, как печаталась эта книга.

Буквы торопятся по местам

Прежде всего нужно зайти в наборный цех. Сюда поступает напечатанная на пишущей машинке рукопись будущей книги, и все ее слова здесь набирают металлическими буквами. Еще не так давно все это делалось вручную. Наборщик стоял перед кассой — плоским ящиком с множеством небольших отделений. В каждом отделении лежали маленькие металлические буквы — литеры: в одном — только литера «а», в другом — «б», в третьем — «в» и т. д. Наборщик брал нужные литеры и составлял из них слова, а затем строчки.

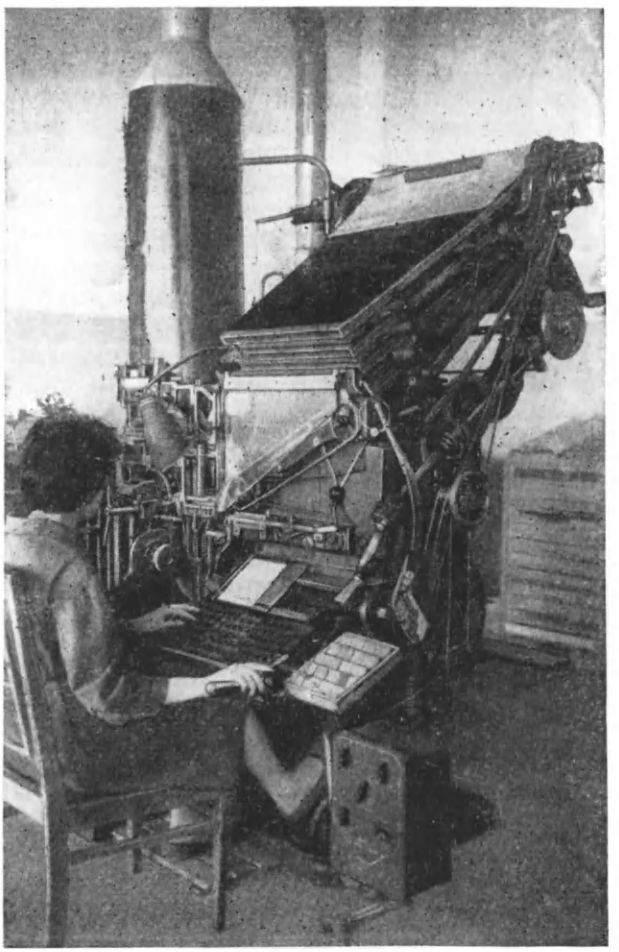
Металлическая литера «р».

Дело шло медленно. Каждую крохотную литеру надо было повернуть головкой кверху, поставить рядом с соседней, да еще втиснуть между отдельными словами тонкие металлические пластинки — шпации, чтобы получились промежутки между словами и все строчки вышли бы одинаковой длины.

Сто лет назад, когда в России книг выходило не очень много, их успевали набирать руками. Теперь без машин не управиться. Сегодня наборщик работает уже при помощи наборных машин — монотипа и линотипа. Первая из них отливает набор отдельными буквами, вторая — строчками.

С виду линотип похож на большой металлический шкаф с множеством различных колесиков, рычагов и пружин, в который вставлена пишущая машинка. Сбоку к линотипу приделана небольшая электрическая печь, а на ней — котелок с расплавленным металлом.

Вот наборщик стал набирать первое слово



Наборщица за линотипом.

заголовка этой статьи. Он ударяет по очереди клавиши «К», «А», «К». С каждым ударом из маленьких гнезд, расположенных в верхней части машины, выскакивают металлические формочки букв. Они стремительно мчатся по желобкам вниз и выстраиваются одна за другой в небольшой плоской коробочке — в е р с т а т к е.

Когда в верстатке соберется целая строка из формочек, наборщик нажимает на рычаг, и тот придвигает верстатку к отверстию котла с расплавленным металлом. В формочки льется жидкий металл. Он быстро застывает, образуя металлическую строчку из тех букв, которые нажимал на клавишах наборщик. Стальная «лапка» осторожно вынимает еще теплую строчку и кладет ее на длинный узкий подносик. А наборщик тем временем набирает все новые и новые строки.

Постепенно растет колонка металлических строк, отлитых машиной. А использованные формочки возвращаются на свои места: длинная железная «рука» забирает строку пустых формочек и прицепляет их к рельсу, проходящему по верху машины. Формочки скользят по рельсу над длинным ящиком с гнездами, в которых они лежали прежде. Каждая формочка отцепляется от рельса над своим гнездом. Там она лежит до тех пор, пока наборщик снова не нажмет клавишу с ее изображением.

В наборном цехе каждой типографии стоят длинные ряды линотипов. На одном из них наборщик начал набирать первую страницу этой статьи, на втором — другой наборщик первую страницу другой статьи и т. д. Через несколько дней вся книга уже набрана металлическими буквами.

Картинка из точек

Но это еще не все. Одного текста мало, ведь в нашей книге очень много иллюстраций. Их тоже помогают делать машины. Такие машины установлены в цехе ц и н к о г р а ф и и.

Вы, конечно, видели не раз, как ставят печать. Вырезанное из меди или резины изображение прижимают сперва к пропитанной краской подушечке, а затем к бумаге. Изображение состоит из выпуклых линий, к которым пристает краска с подушечки. С этих линий краска переходит на бумагу.

Но ведь нарисованная художником картинка совсем гладкая. Чтобы получить ее оттиск, надо сделать рельефную копию картинки. Этим и занимаются цинкографы.

Прежде всего рисунок художника фотографируют. Р е п р о д у к ц и о н н ы е ф о т о а п п а р а т ы, которыми при этом пользуются, совсем не похожи на «Смену» или «Зоркий». Они так велики, что с трудом уместятся и на грузовике. Зато ими можно делать снимки больше метра шириной и высотой.

Перед объективом такого аппарата ставят рамку с рисунком и снимают его на стеклянную пластинку. Получается обыкновенный негатив, с которого цинкографы делают отпечатки, но не на фотобумагу, как фотографы, а на большую гладко отшлифованную цинковую пластинку, покрытую тонким слоем светочувствительного вещества.

На первый взгляд отпечаток ничем не отличается от картинки, с которой он снят. Но это не так. В лупу видно, что весь он состоит из мельчайших точек — темных и светлых. Откуда же появились точки?

ПОЛИМЕР ИЗГОНЯЕТ ГАРТ

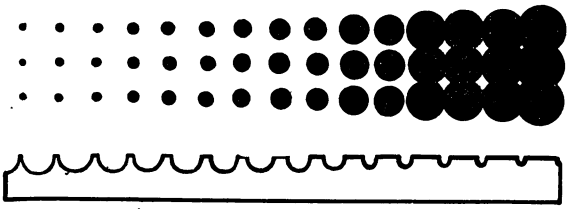
На одной чашке весов лежит одна буква — «п». Она из металлического сплава сурьмы, олова и свинца. Его называют гартом. Из гарта делаются шрифты для печатания книг, журналов, газет, плакатов, афиш и т. п.

А на другой чашке весов улеглись сразу 10 букв, целое слово: «пластмасса». Буквы эти и на самом деле изготовлены из пластмассы. И хотя на одной чашке—одна буква, а на другой — десять, чашки сохраняют равновесие: шрифт из пластмассы в 10 раз легче гартового.

Соревнование между металлическим и разными пластмассовыми шрифтами идет уже давно. Но шрифты из пластмасс долго оказывались очень хрупкими — не было получено пластмассы с необходимыми свойствами.

Теперь же у гартового шрифта отыскался сильный конкурент. Шрифт из особого, недавно созданного полимера не только в 10 раз легче. Этот шрифт имеет и другие преимущества. Он в 5 раз прочнее и значительно дольше служит. К тому же он почти не загрязняется и не вредит здоровью наборщиков.

Для линотипистов, набирающих текст на специальной наборной машине —линотипе, это не так уж важно. Но там, где нужны крупные литеры, наборщики еще иногда работают вручную — так набирается текст многих книг для самых маленьких читателей, текст плакатов, объявлений, заголовки газет и т. д. Вот здесь-то и заменил уже пластмассовый шрифт своего старшего брата — шрифт из гарта. И нет сомнения, что в будущем пластмассы полностью заменят металл в изготовлении шрифтов.



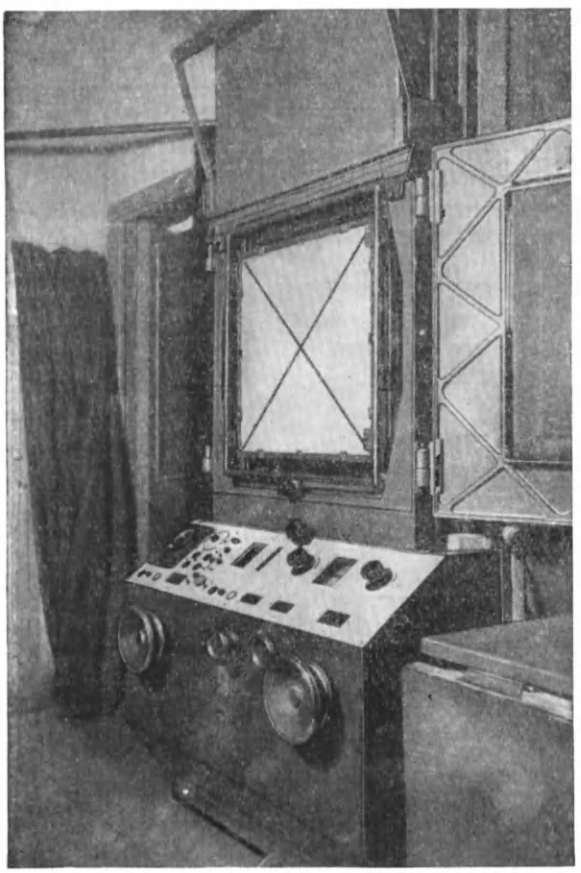
Там, где точки на клише крупнее, оттиск получается более темным.

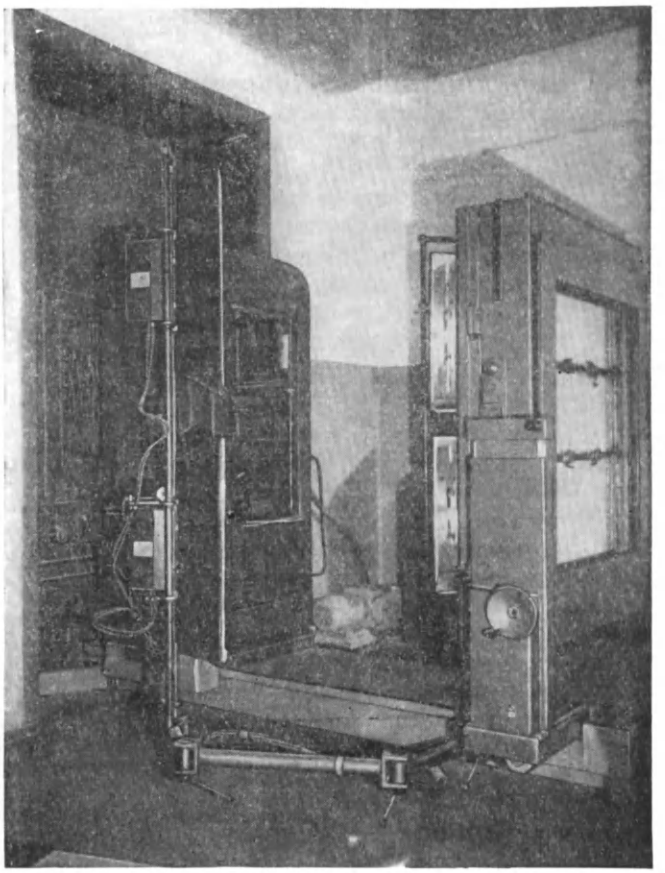
Дело в том, что картинку фотографировали через р а с т р — прозрачное стекло с нанесенной на него очень мелкой черной сеткой. Каждое отверстие в сетке пропускает только узкий луч света, который оставляет на цинке точку. Сколько было отверстий, столько получилось и точек.

Там, где на картинке были светлые места, на негативе точки вышли почти черные. Там, где на картинках были темные места, точки вышли совсем светлые. А на отпечатке получилось наоборот: на светлых местах рисунка цинк остался почти чистым, а там, где были темные линии и пятна, точки на цинке получились большие и почти слились. Теперь цинковую пластинку с отпечатком картинки заливают раствором азотной кислоты. Кислота выедает чистый цинк, а потемневшие точки остаются нетронутыми — эти места пластинки уже не боятся кислоты.

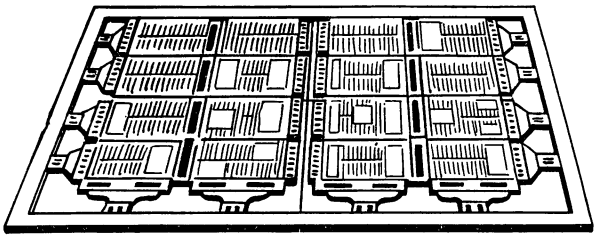
Так вместо гладкого рисунка, сделанного художником на бумаге, в цинкографии получают точно такой же рисунок на тонкой цинковой пластинке, но уже не гладкий, а рельефный, состоящий из крохотных выпуклых точек. Если этот рисунок намазать краской, как печать или как металлические буквы шрифта, и сильно прижать к чистой бумаге, получится точная копия рисунка художника.

Цинковые пластинки, с которых в типографии печатают иллюстрации, называются к л и-





Репродукционный фотоаппарат так велик, что не поместился на одном снимке. *Справа* — фотокамера; *слева* — пульт управления съемкой.



Печатная форма из шестнадцати страниц.

ш е. Их набивают на деревянные колодки, и верстальщики вставляют клише между металлическими строчками там, где в книжке должны быть картинки.

Обычно в типографиях для экономии времени делают одновременно по нескольку репродукций, ставя перед фотоаппаратом-гигантом не один, а до десятка рисунков. Полученную большую пластину цинка затем разрезают на отдельные клише.

За три секунды

Но печатать такие толстые книги, как наша, отдельными страницами было бы слишком долго. Поэтому в типографиях печатают на больших листах сразу по 8, 16 и даже по 32 страницы. Для этого верстальщики расставляют набранные из металлических строчек страницы рядами в определенном порядке и крепко зажимают их в прочную железную раму. Такая рама со страницами металлических строк и клише называется п е ч а т н о й ф о р м о й.

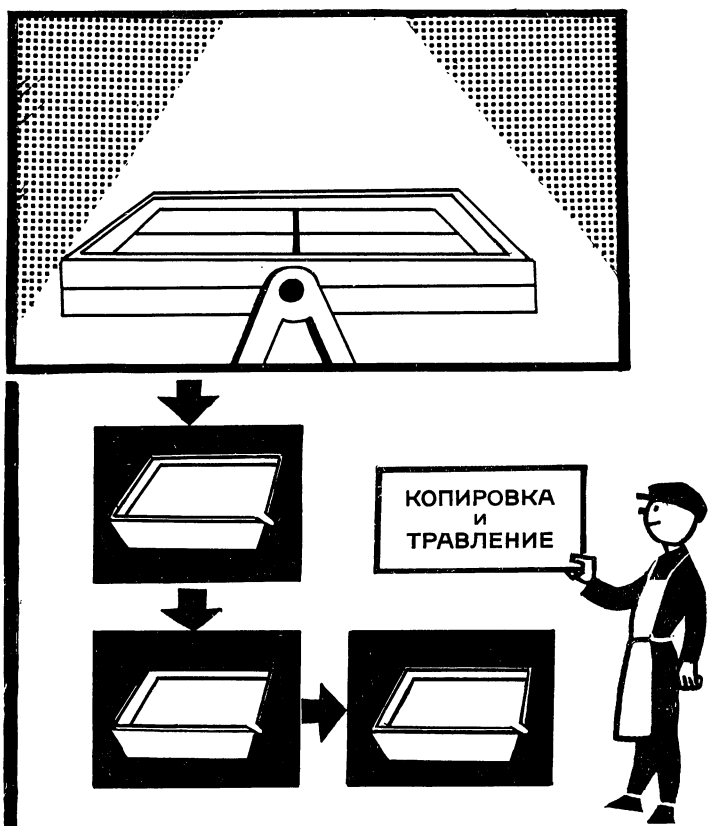
Готовые формы рабочие кладут на тележки и перевозят в печатный цех, где стоят мощные и быстрые п е ч а т н ы е м а ш и н ы. Все, что от них требуется, они делают сами. За ними нужно лишь заботливо ухаживать.

Вот к машине подвезли форму с набором этой статьи. Мастер поставил форму на нижней площадке машины — т а л е р е — и плотно закрепил зажимами. На верхней площадке — н а к л а д н о й д о с к е — он уже приготовил высокую стопку чистых бумажных листов и проверил, достаточно ли в машине краски.

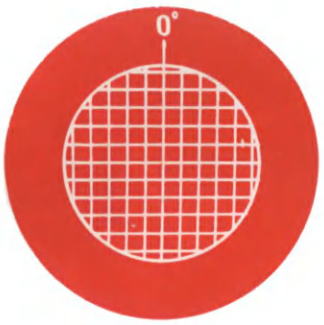
Включен рубильник. Плавно покатился на роликах вдоль машины широкий талер со страницами шрифта. Одновременно начали вращаться резиновые накатные валики, растирая и передавая один другому жирную краску. И в тот момент, когда талер проходил под валиками, они опустились и прокатились по шрифту, покрыв все буквы тонким слоем краски.

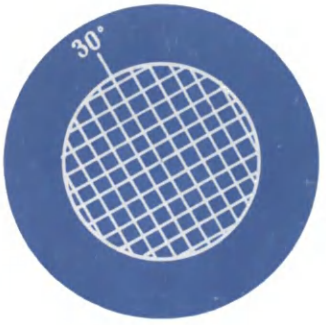
А в это время на другом конце машины тонкие металлические «пальцы» быстро передали чистый бумажный лист на толстый в а л п е ч а т н о г о ц и л и н д р а. Печатный цилиндр был неподвижен. Но когда под него подкатился возвращающийся обратно талер с намазанными краской страницами металлических букв, цилиндр повернулся и плотно прижал лист к шрифту. На бумаге остался отпечаток текста. А затем другие стальные «пальцы» подхватили лист, вынесли из машины и аккуратно положили в стопку готовых листов.

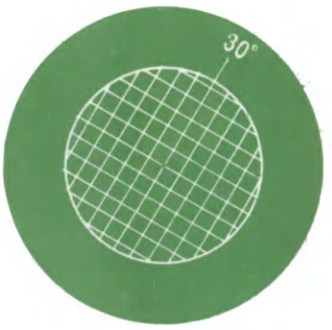
Все это произошло куда быстрее, чем вы об этом успели прочесть. Шестнадцать страниц машина отпечатала меньше чем за три секунды. Но как же удается ей подхватывать каждый раз точно по одному листу? Для этого на концах



Цветная печать. Для того чтобы получить в книге цветную картинку, изображенную вверху рисунка, надо сначала сфотографировать ее через светофильтры. На основе каждого снимка изготовляются три клише: первое, например, для красного цвета, второе — для желтого, третье — для синего. При наложении всех этих цветных изображений мы и получим цветную иллюстрацию, точно соответствующую оригиналу, нарисованному художником.







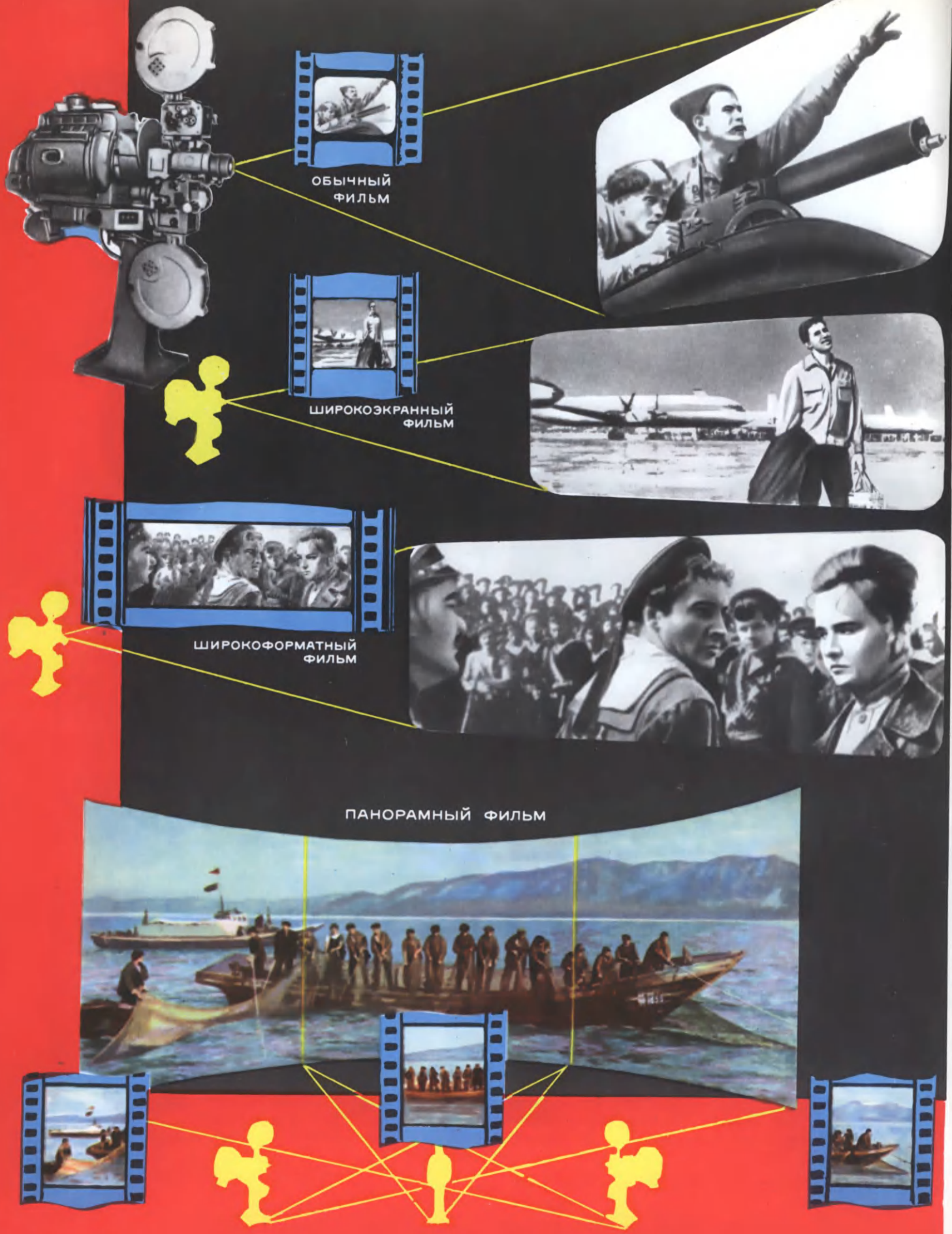
С В Е Т О Ф И Л Ь Т Р Ы

ОТТИСК КРАСНОЙ КРАСКОЙ

ОТТИСК ЖЕЛТОЙ КРАСКОЙ

СОВМЕЩЕННЫЙ ОТТИСК КРАСНОЙ И ЖЕЛТОЙ КРАСКАМИ

ОТТИСК СИНЕЙ КРАСКОЙ


ОБЫЧНЫЙ ФИЛЬМ
ШИРОКОЭКРАННЫЙ ФИЛЬМ
ШИРОКОФОРМАТНЫЙ ФИЛЬМ
ПАНОРАМНЫЙ ФИЛЬМ

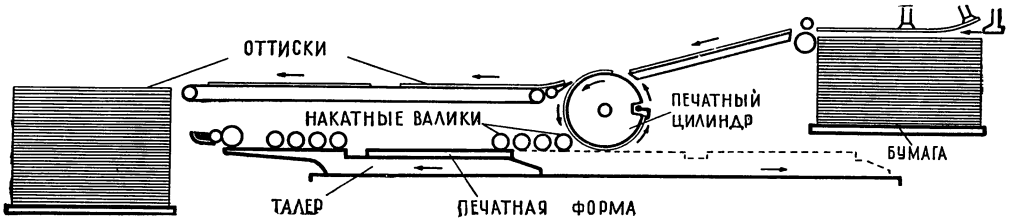


Схема работы печатной машины,

стальных «пальцев» печатной машины есть резиновые присоски, втягивающие воздух. Они притягивают верхний лист, а остальные удерживаются выскакивающими с боков зажимами. Если же присоски случайно захватят не один лист, а два, то механический контролер мгновенно остановит машину.

Контролер устроен очень просто. По пути к печатному цилиндру каждый лист бумаги проходит под небольшим колесиком, свободно пропускающим только один лист. Но два листа заставят колесико приподняться и выключить электрический ток, питающий машину.

Шестнадцать страниц книги готовы. Осталось их сфальцевать, т. е. сложить так, чтобы из них можно было составить книгу. Этим занята фальцовочная машина. Работница только кладет на площадку машины кипы отпечатанных листов. А машина сама захватывает по одному листу и ловко перегибает его несколько раз, пока не получится тетрадка размером в одну страницу.

Впрочем, с набора из литер теперь печатают только те книги, которые выходят в небольшом количестве экземпляров. Если же нужно отпечатать несколько сотен тысяч учебников арифметики или несколько миллионов номеров «Пионерской правды», то поступают иначе. К форме с набором плотно прижимают сильным прессом лист рыхлого картона. Твердые свинцовые литеры выдавливают в листе свои изображения. Получается матрица. Ее заливают расплавленным металлом и получают стереотип — точную копию набора. Затем стереотип покрывают слоем более твердого металла.

В печатном цехе стереотип сгибают и надевают на вал громадной ротационной машины, внутри которой уже укреплен целый рулон широкой бумажной ленты. Ротационная машина самостоятельно печатает текст сперва с одной стороны бумаги, затем с другой, сама отрезает отпечатанный лист, фальцует его и осторожно складывает в стопку. Заодно машина считает, сколько она напечатала.

Как делают цветные картинки

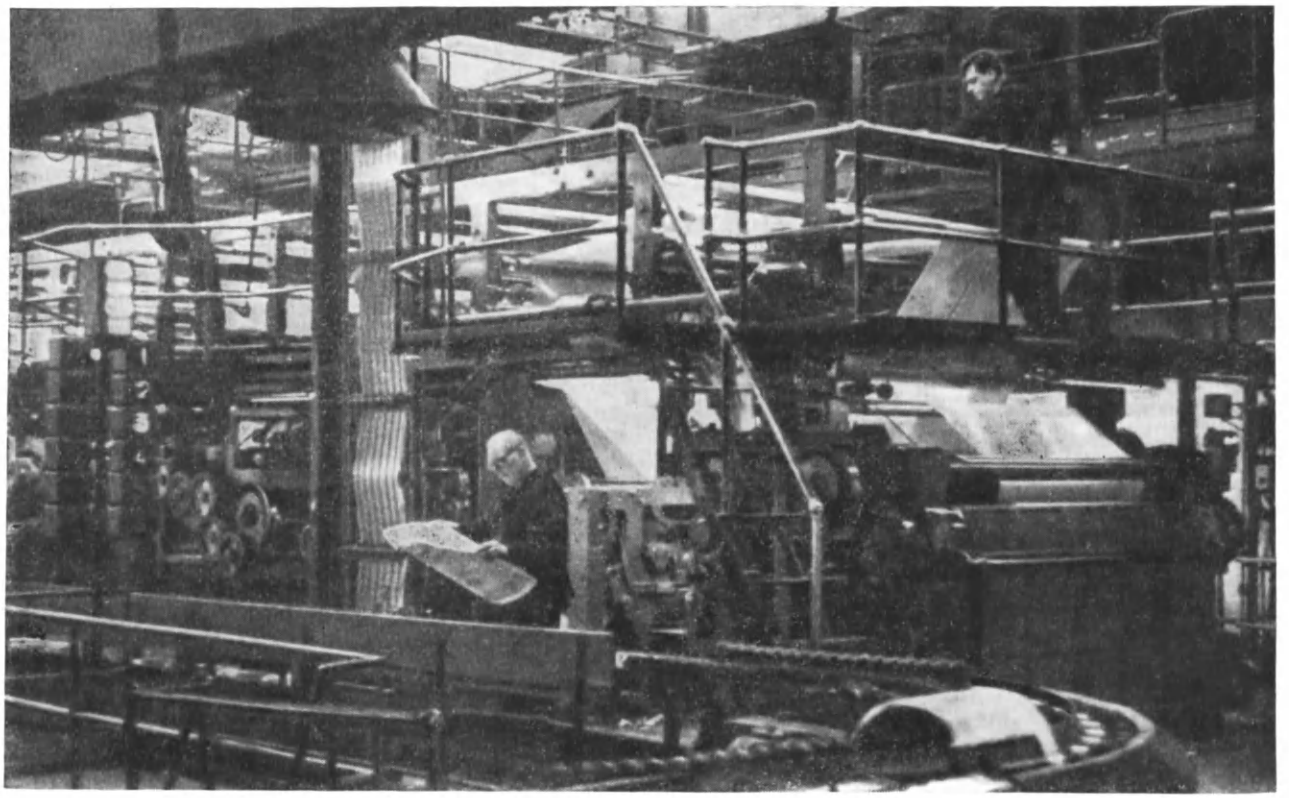
Кроме страниц с текстом, черными рисунками и фотографиями, в нашей книге есть и цветные картинки. В цехе цветной печати нашей типографии стоят машины, которые могут очень быстро напечатать любое количество таких картинок. Но одним клише на всю картинку здесь не обойтись. Для каждой краски приходится делать свое особое клише и печатать одну картинку в несколько приемов.

Рисунок или картину для этого фотографируют не только через растр, но и через особые стекла — светофильтры. Один светофильтр пропускает все лучи, кроме желтых. Другой задерживает лишь красные лучи. Третий не пропускает синих.

Снимая картину через все эти светофильтры по очереди, получают три различных негатива: на одном остались чистыми все желтые места, на другом — красные, на третьем — синие. А это позволяет приготовить три разных клише для одной и той же картинки: с первого клише можно печатать те места, которые должны получиться желтыми, со второго — красными, с третьего — синими. Трех-четырех клише вполне достаточно для любой самой пестрой картинки. Ведь стоит наложить на желтую краску синюю — и получится зеленый цвет. А красная краска со светло-синей дает фиолетовый цвет.

И когда все краски будут по очереди напечатаны на одном листе, мы увидим ту цветную картинку, которую фотографировали.

Типы кинопроекции. ***Вверху*** **— на обычном экране. Ниже — широкоэкранный фильм. На кинопленке кадр сжат, как бы вытянут снизу вверх. Но благодаря специальным кинопроекционным аппаратам на экране мы видим нормальный кадр. Еще ниже — кадр и изображение на экране при съемках на широкоформатную пленку.** ***Внизу*** **— панорамное изображение получается в результате синхронного проецирования трех кадров на один вогнутый экран.**



Это лишь небольшая часть ротационной машины, на которой печатают газету «Правда». Вся машина на фотографии не поместилась. Она состоит из 21 печатной машины, соединенных вместе, и печатает за один оборот сразу 168 экземпляров четырехстраничной газеты.

Как листы становятся книгой

Части книжки побывали уже в нескольких цехах, но работа над ней еще не кончена. Вот лежат большие кипы сфальцованных в тетрадки отпечатанных листов, рядом — стопка цветных рисунков. Надо соединить их вместе.

На каждом заводе или фабрике последний цех — сборочный. В нем собирают готовые изделия из деталей, сделанных в других цехах. В типографии также есть сборочный цех — переплетно-брошюровочный. В этом цехе собирают из отдельных частей готовые книги.

За несколько минут листоподборочная машина подобрала один к одному все листы, из которых состоит книга. Машина замечательна тем, что сама признается в своих ошибках. Стоит ей пропустить лист, как она тотчас останавливается и выбрасывает флажок с номером пропущенного листа.

Другая машина — ниткошвейная — подхватила стопку листов и в одно мгновение накрепко сшила их ниткой и пришила к полоске марли. Теперь листы уже не рассыплются.

Третья машина — резательная. Она прижала сшитые листы тяжелой чугунной доской и одним прикосновением своих острых стальных ножей выровняла их края. Теперь книгу можно уже перелистывать. Но у нее нет еще переплета.

Переплет, или, как говорят полиграфисты, крышку, приготовила для книги крышкоделательная машина. На ледерине она оттиснула рисунок и название — Детская энциклопедия.

И вот наступила последняя операция — переплет. Сброшюрованные в толстые тетради, сшитые и обрезанные листы плывут на ленте сборочного конвейера вдоль длинного стола, за которым сидят переплетчицы. Возле каждой — стопки готовых крышек. Они заранее промазаны клеем. Переплетчицы берут с конвейера подъезжающую к ним толстую пачку сшитых листов, ловко вставляют ее в крышку и приглаживают.

Книжка готова.

■

ТЕХНИКА В НАШЕЙ КВАРТИРЕ

Многие из вас видели рисунки и фотографии, запечатлевшие облик Москвы прошлого века. Достаточно одного взгляда на них, чтобы сказать: город стал совсем другим. Другие улицы — широкие, асфальтированные, озелененные, другие мосты через Москву-реку, другие дома — на месте приземистых строений сейчас поднимаются высокие и легкие корпуса. Но жилые дома изменились не только внешне. Они оснащены и внутри различными техническими помощниками человека, без которых мы не можем даже представить себе свой быт. Действительно, вообразите многоэтажный дом без лифта, без водопровода или без центрального отопления. Пришлось бы по нескольку раз в день подниматься, допустим, на десятый этаж, носить туда воду, уголь, дрова, выносить золу из печей.

Присмотримся внимательнее к нашим почти неприметным, но незаменимым машинам-помощникам. Вот мы входим в подъезд многоэтажного дома и, подойдя к специальному щитку, укрепленному на стене у металлической двери, нажимаем кнопку. Безмолвно является первый наш помощник — лифт. Войдя в кабину и закрыв двери, мы нажимаем другую кнопку и поднимаемся на нужный этаж. Подходим к двери квартиры и опять нажимаем кнопку — на этот раз электрического звонка.

И вот мы в квартире. Оглянитесь — кругом разнообразные электрические устройства: холодильник, полотер, пылесос, электрический утюг, стиральная машина, вентилятор... В жилых комнатах — телевизор, радиоприемник и магнитофон. А утром вы можете увидеть, как ваш отец или старший брат бреются электрической бритвой. На кухне квартиры стоит газовая плита; по трубам в ванную комнату подается горячая и холодная вода; все помещения обогреваются зимой радиаторами центрального отопления.

В газовой и отопительной сетях также используется электричество. Оно приводит во вращение электродвигатели компрессоров и насосов, подающих газ и воду по трубам в квартиры. Итак, всюду — электричество.

Электрические машины надежны и просты в обращении. Возьмем к примеру лифт — первую и наиболее сложную из тех машин, которые встретились на нашем пути. Кабина его, помещенная в вертикальную шахту, повинуясь приказу, может двигаться либо вверх, либо вниз. Чтобы устранить качание кабины

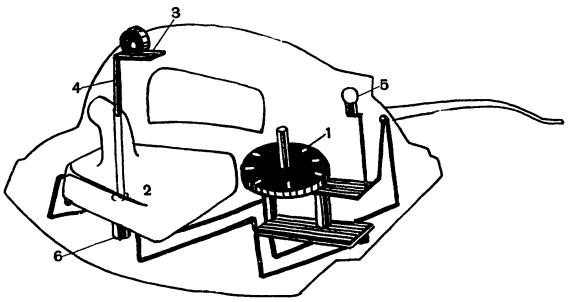
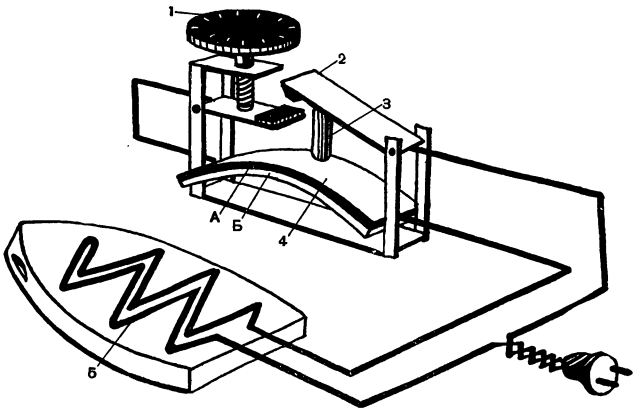


Схема электрического утюга с автоматическим терморегулятором и разбрызгивателем воды: *1* — ручка терморегулятора; *2* — бачок для воды; *3* — рычаг пароувлажнителя; *4* — шток; *5* — сигнальная лампочка; *6* — выход для пара.



Чтобы утюг не перегревался, в него встроен автомат-терморегулятор, главная часть которого — биметаллическая пластина: *1* — ручка для установки определенной температуры нагрева; *2* — контактная пластина регулятора; *3* — штифт из термостойкого изоляционного материала; *4* — биметаллическая пластина (А — медная пластина, Б — стальная пластина); *5* — нагревательный элемент утюга.

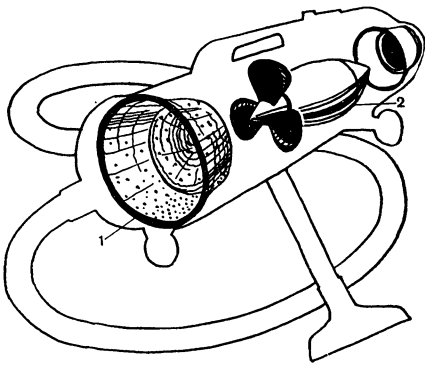
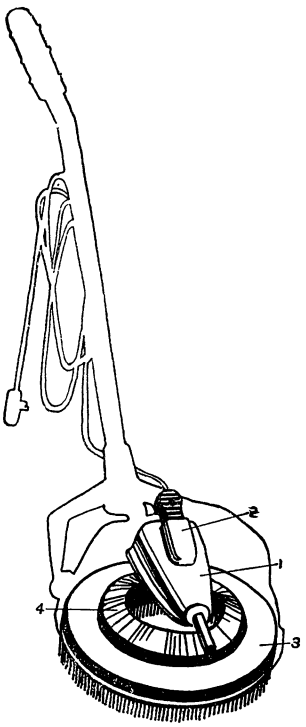


Схема внутреннего устройства пылесоса: *1* — фильтр-пылеуловитель; *2* — электродвигатель с вентиляторным устройством.



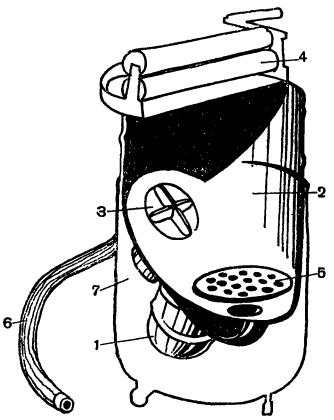


Схема устройства стиральной машины: *1* — электродвигатель; *2* — стиральный бак; *3* — мешалка; *4* — отжимное устройство; *5* — сливное отверстие, закрытое решеткой; *6* — сливной шланг; *7* — насос для откачки воды или стирального раствора.

Натирка полов в современных квартирах производится с помощью машин-полотеров.Схема устройства машины-полотера: *1* — электродвигатель; *2* — место для включения штепсельной колодки; *3* — неподвижная щетка; *4* — вращающаяся щетка.

при движении, по бокам шахты установлены направляющие рельсы, а на боковых стенках кабины с внешней стороны сделаны специальные пазы. Кабина уравновешена противовесом— грузом, прикрепленным к другому концу троса, на котором висит и кабина. Это облегчает работу электродвигателя — нужно меньше тратить энергии на подъем кабины с пассажирами. Противовес — большая плоская плита — тоже скользит по направляющим рельсам на задней стороне шахты. Все управление лифтом производится из кабины. Для этого кнопочный щиток в кабине и электродвигатель, установленный на верху шахты, соединены проводами. Они собраны в гибкий кабель, свисающий со дна кабины. Лифт не только выполняет полученные приказы, но и контролирует правильность их — система блокировки «отказывается» выполнять приказ, если не соблюдены правила обращения с лифтом(неплотно закрыта дверь и т. д.).

Электричество не только движет машины — помощников человека, оно дает свет в наши дома, благодаря ему стало возможным вырабатывать в домашних условиях и тепло и холод. Очень просты по устройству электрические лампочки и нагревательные приборы — утюги, плитки и т. д. Ток, проходя по спирали — нагревательному элементу таких приборов, раскаляет металл, вызывая свечение или выделение тепла.

Гораздо сложнее устройство электрических холодильников (см. ст. «Искусственный холод»). Независимо от того, какой принцип выработки холода в них используется — испарение ли специальной жидкости или термоэлектрический эффект, работа холодильников может быть полностью автоматизирована. Особый прибор — терморегулятор — поддерживает температуру внутри холодильной камеры на постоянном заранее заданном уровне.

Терморегуляторы очень простой конструкции используются и в электрических утюгах. При глажке обычным утюгом надо все время следить за тем, чтобы не перегреть утюг, иначе мгновенно испортишь ткань. Другое дело электрический утюг с терморегулятором. Он сам следит за своим нагревом, сам подключается к электросети и сам отключается от нее, поддерживая заданную температуру.

Основная часть такого терморегулятора— пластина, составленная из двух плотно соединенных друг с другом полосок разнородных металлов, например меди и железа. Вследствие различного расширения этих металлов при нагревании пластина при нагреве будет не удлиняться, как однородная металлическая полоска, а изгибаться. Все больше и больше изгибаясь, пластина в определенный момент разомкнет контакты. Электрическая цепь утюга разорвется, и утюг начнет остывать. При понижении температуры нагрева пластина начинает постепенно выпрямляться и, как только температура достигает некоторого нижнего предела, цепь вновь замыкается.

Снабдив терморегулятор несложным приспособлением, можно менять момент размыкания контактов. Иными словами, можно по желанию устанавливать ту или иную температуру нагрева утюга, необходимую для глажения различных тканей — шерстяных, хлопчатобумажных, льняных, синтетических. Обычно такие усовершенствованные терморегуляторы снабжены поворотной ручкой, на которую нанесена шкала с указанием температуры или, что еще удобнее, сортов тканей. (В устройстве терморегулятора вы можете разобраться по рисунку на стр. 499).

Но наряду с машинами, которые сами следят за своими действиями, в современной квар-

тире широко используются и приспособления, действующие под присмотром человека. К ним относятся пылесосы, полотеры, стиральные машины и т. д.

Вот как устроен, например, пылесос. Его главная, рабочая часть — мощный вентилятор. Он снабжен специальным фильтром-пылеуловителем. Всасываемый пылесосом поток воздуха, достигнув фильтра, очищается от пыли и выходит наружу. Надо только время от времени очищать пылеуловитель.

Очень прост по устройству и электрополотер. Чтобы пол блестел, надо с силой втирать в дерево краску и воск. Вручную это сделать нелегко. А механический полотер справляется с работой быстро и без труда — ведь его дисковые щетки вращаются электрическим двигателем.

Электромоторы работают также в стиральных и современных швейных машинах. Основная часть электрической «прачки» — вращающийся бак-барабан (в некоторых типах стиральных машин вместо барабана применяются вращающиеся мешалки). Барабан машины одновременно и вращается и качается: белье при этом все время перемешивается в мыльном растворе.

В последнее время появились вибрационные стиральные машины. В них используется ультразвук, легко и быстро «отмывающий» белье от любых загрязнений.

Современная техника позволяет создавать в квартирах и общественных помещениях искусственный климат. Это особенно важно для районов жаркого климатического пояса. Кондиционная установка охлаждает (или при необходимости нагревает) воздух, увлажняет его или, наоборот, делает более сухим. Такая установка, рассчитанная для небольшого помещения, имеет вид шкафчика. Электровентилятор кондиционера засасывает уличный воздух, который в фильтрах очищается от пыли. Температура и влажность воздуха регулируются автоматически.

Радиола «Эстония 3М».

Говоря о технике нашей квартиры, нельзя не отметить тех приборов, которые подарила нам электроника. Электронные устройства — радиоприемник, магнитофон, телевизор и др.— создают для нас большие удобства (подробно о них рассказано в статьях раздела «Радиоэлектроника»). Трудно вообще представить современную жизнь без этих простейших электронных устройств. А в будущем электроника займет в нашем быту еще более важное место.

■

ТЕХНИКА И СПОРТ

Тишину пустынной местности разорвал мощный рев моторов, и по желтой глади высохшего соляного озера помчалось что-то похожее на гигантскую сигару. Казалось, что «сигара» вот-вот подымется в воздух: она неслась быстрее, чем любой самолет перед взлетом. Когда «сигара» остановилась, к ней со всех сторон устремились люди. Они спешили поздравить американского гонщика А. Арфонса с абсолютным мировым рекордом скорости на автомобиле — 863, 72 *км/час*. Именно так быстро промчалась его машина — специальный гоноч-

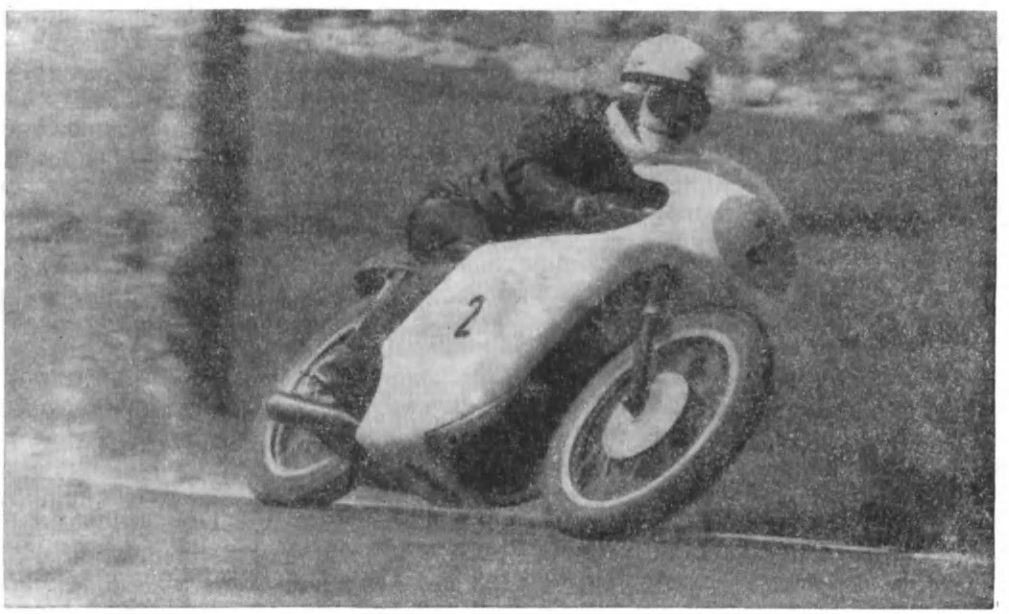
ный автомобиль с авиационным реактивным двигателем мощностью 17 000 *л. с.*

Очень долго спорт ограничивался состязаниями в упражнениях, требующих только силу, ловкость, отвагу. Эти качества и поныне играют решающую роль в борьбе за первенство на спортивной арене. Но вместе с тем уже давно в спорте начала «соревноваться» и техника. Первым видом таких состязаний были гонки на колесницах. Первенство в этом виде спорта разыгрывалось на Олимпийских играх в древней Греции.

С тех пор минуло более двух тысячелетий. Появились самодвижущиеся экипажи: велосипед, мотоцикл, автомобиль, и новые транспортные средства сразу нашли свое место в спорте. Развернулась борьба за высшие показатели в скорости. Инженеры начали совершенствовать конструкции машин, создавать более мощные двигатели. Появились спортивно-гоночные машины. Все лучшее в этих машинах, что оправдало себя в трудных испытаниях спортивных гонок, находило затем применение в серийных машинах, предназначенных для транспортных целей. Немалые заслуги в развитии «большой» техники сыграли и играют соревнования создателей моделей самолетов, планеров, судов, автомобилей. Так спорт способствует прогрессу техники.

Первым из машин был приобщен к спорту велосипед. Сто лет назад стихийные гонки велосипедистов приняли форму организованных состязаний. И наряду с массовым выпуском дорожных велосипедов стали изготовляться спортивные машины для гонок по шоссе и по треку. Современный гоночный велосипед имеет легкую и довольно простую конструкцию. Рама, ободья и спицы облегчены, камера и покрышка объединены в однотрубку. Большое передаточное число (соотношение ведущей и ведомой шестерен) позволяет развить скорость до 67 *км/час* в индивидуальной гонке и более 80 *км/час* в гонке за лидером (мотоциклом).

Для повышения скорости до предела облегчаются и гоночные мотоциклы. Прежде всего у них, конечно, очень мощные моторы. Но зато на них нет фар, багажника, аккумуляторных батарей — короче, всего, что не нужно в гонках. А массивные детали делают из легких сплавов или высверливают. Большую роль для увеличения скорости играет снижение сопротивления встречного воздуха. Это делается с помощью лобовых обтекателей, в которые заключена передняя часть мотоцикла. Все это позволяет развить огромные скорости. Так, на гоночном мотоцикле «НСУ» с двигателями, развивающими мощность до 200—210 *л. с.* на 1 *л* рабочего объема, и с обтекателем, полностью закрывающим машину и водителя, немецкий гонщик В. Герц в 1956 г. установил мировой рекорд скорости—338 *км/час*. Спор-



Мотоцикл с лобовым обтекателем.

тивные мотоциклы сейчас делятся по мощности на 14 классов.

Почти одновременно с мотоциклом, в конце XIX в., прочное место в спорте занял автомобиль. С той поры и начали создаваться спортивные машины, которые разделяются теперь на 15 классов по рабочему объему двигателей: до 400 *см*³ (1-й кл.) и свыше 5000 *см*³ (15-й кл.).

В конструкцию спортивного автомобиля входят оборудование и моторы серийных легковых машин, но кузова иные. Они двухместные, низкие, меньших размеров и с хорошей обтекаемостью. Для получения наивысших скоростей создаются гоночные машины с одноместным кузовом. Они предназначены для гонок по кольцу со многими поворотами, спусками и подъемами. А чтобы достичь рекордных скоростей, строят специальные гоночные автомобили. У них тоже одноместный обтекаемый кузов, но сзади на нем размещены стабилизаторы. На таких машинах — впереди или сзади — устанавливаются авиационные двигатели. На подобном автомобиле и был установлен в 1965 г. мировой рекорд скорости, о котором рассказано в начале статьи. Но вряд ли этот рекорд продержится долго.

Борьба за скорость ведется и на воде. Гоночные суда делятся по техническим показателям на две основные группы: 1) мотосуда с подвесными моторами — мотолодки и скутеры (вес от 60 до 130 *кг*); 2) мотосуда со стационарными моторами — катера и глиссеры. Скутеры и мотолодки разделяются на классы по величине рабочего объема двигателя — от 125 до 1000 *см*³, а катера — от 900 до 7000 *см*³. Глиссеры же классифицируются по общему весу — от 250 до 1200 *кг* и более.

Мотосуда одного класса могут развивать весьма различную скорость. Это зависит от совершенства наружной формы, тщательности отделки смачиваемой поверхности корпуса, от снижения сопротивления воде подводной коробки передач и, конечно, от режима работы двигателя. Скорость мотосудов стремительно растет. Если в 1903 г. глиссеры, например, развивали скорость немногим больше 30 *км/час*, то в 1964 г. английский глиссер с воздушно-реактивным двигателем показал 444 *км/час*. Это абсолютный мировой рекорд скорости на воде.

... По водной глади со скоростью 60 *км/час* мчится моторное судно. За ним, держась за трос, скользит по волнам спортсмен на коротких и широких водных лыжах. По пути он выполняет сложные фигуры, ловко объезжая препятствия. Или с ходу бесстрашно

Прибор с фотоэлементами, изготовленный в Центральном научно-исследовательском институте физкультуры, помогает тренерам и спортсменам.

въезжает на трамплин и может пролететь по воздуху до 27 *м* (мировой рекорд).

Благодаря технике спортом можно заниматься и под водой. Для этого служит аквалангг (см. ст. «Техника помогает изучать подводный мир»).

С появлением летательных аппаратов появились и воздушные виды спорта: самолетный, планерный, парашютный. Состязания в скорости и в дальности полетов планеров и спортивных самолетов способствуют развитию воздухоплавания, самолетостроения и подготовке пилотов гражданской и военной авиации. А весь комплекс воздушных видов спорта составляет необходимую часть подготовки человека к полетам в космос.

Таковы виды спорта, в которых борьба — на земле и в воздухе, на воде и под водой —

ведется на основе техники. Но, помимо мастерства в управлении машинами и совершенных технических знаний, от спортсмена—автогонщика и мотоциклиста, аквалангиста, планериста и т. д. требуются отличная физическая подготовка, смелость, выдержка, быстрота реакции. Вот почему в подготовку спортсменов, занимающихся техническими видами спорта, включены регулярные занятия гимнастикой, легкой атлетикой, плаванием, спортивными играми.

* * *

Десятки различных приборов, аппаратов и приспособлений применяются на тренировках. Например, бегунам на средние и длинные дистанции в тренировках помогает автоматический лидер. Вдоль бровки беговой дорожки на переносных стойках через 10—20 *м* подвешивается электрокабель с яркими лампочками. Кабель соединен со специальным механизмом коллекторного типа. Когда бегун набирает нужную скорость, по кругу начинают последовательно зажигаться лампочки, задавая правильный темп бега.

«Световой лидер» может применяться также в конькобежном спорте, в плавании, во время тренировок велосипедистов на треке.

В большинстве видов спорта успех спортсмена зависит от того, насколько он овладел техникой выполнения различных движений. Здесь на помощь пришла ускоренная киносъемка. Выступление спортсмена (или его тренировка) снимается с повышенной скоростью — 96 кадров в секунду вместо обычных 24. Затем киноленту демонстрируют на экране со скоростью 24 кадра в секунду, и движения спортсмена на экране оказываются замедленными в 4 раза. Эта «лупа времени» позволяет спортсменам детально изучить совершенную технику чемпионов, а также разглядеть свои собственные недостатки.

Благодаря технике летом на искусственно замороженном льду катаются фигуристы, проводятся хоккейные игры. А вот другой подарок техники—синтетическое покрытие лыжных трамплинов. На таких трамплинах можно тренироваться и летом.

* * *

...Это было захватывающее зрелище. В одном из решающих забегов мужчин на 100 *м* восемь спортсменов всю дистанцию бежали грудь в грудь. Так одной шеренгой они и пересекли линию финиша. Кто же из них первый?

Человеческий глаз был не в состоянии уловить разницу между финишами спортсменов. Если бы этот вопрос решали судьи, вероятность ошибки была бы достаточно велика. Но победитель был назван совершенно точно. За судей это сделал прибор — фотофиниш.

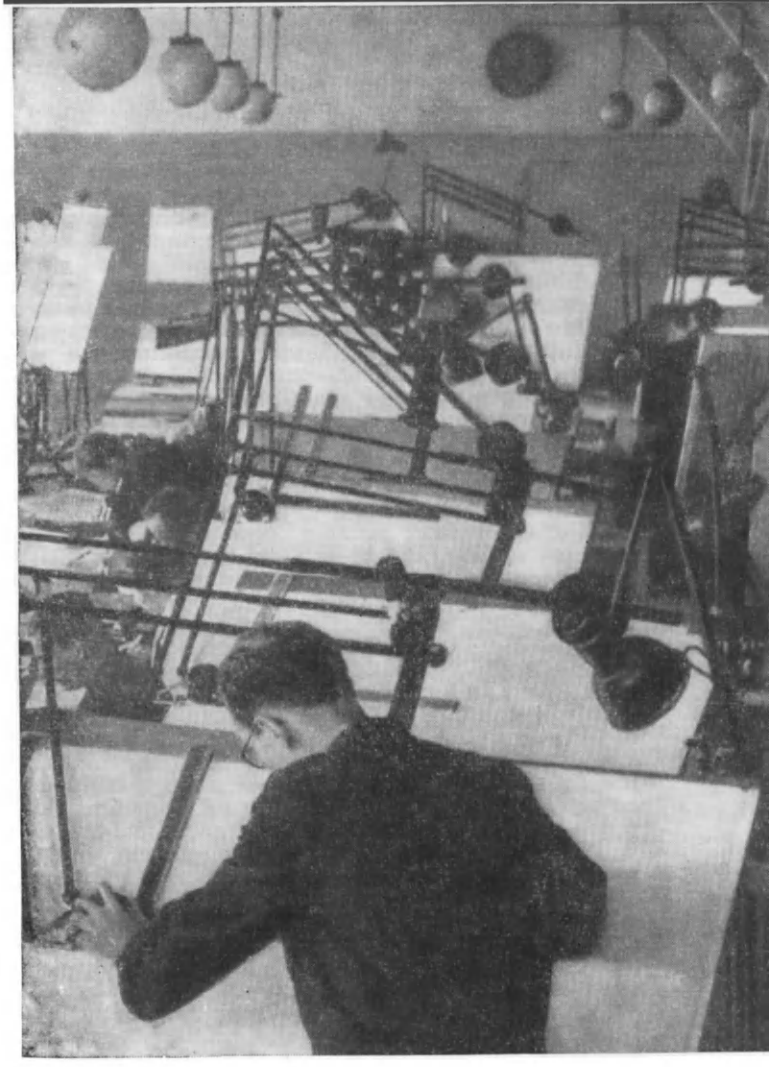
Как же работает это устройство?

На финише с двух сторон беговой дорожки устанавливаются осветитель и фотоэлемент, соединенный с прибором, в котором имеется несколько двухстрелочных секундомеров. Они пускаются в ход автоматически, с помощью электроконтакта на стартовом пистолете, который связан с прибором специальным кабелем. Когда первый бегун пересекает линию финиша, он прерывает световой луч, идущий к фотоэлементу. Первый секундомер останавливается. Второй бегун, пройдя мимо фотоэлемента, останавливает второй секундомер, следующий — третий и т. д. А фотокамера, тоже связанная с фотоэлементами и установленная где-нибудь наверху, сбоку или в плоскости финиша, автоматически фиксирует, кто же именно прошел дистанцию первым, вторым, третьим...

Практически неизбежны и ошибки при обычном судействе соревнований фехтовальщиков. Соперники часто нападают друг на друга одновременно, и на глаз просто невозможно определить, кто же из них первым нанес укол противнику. И вновь на помощь спорту пришла техника. Электрофиксаторы безошибочно улавливают это мгновение. Они имеют различные схемы: релейные, релейные с применением полупроводниковых триодов и бесконтактные проводниковые.

Реле, фиксирующее укол шпагой, срабатывает при замыкании контакта, который монтируется в наконечнике шпаги. Вспыхивает лампочка! И судьям и зрителям видно, кто и когда нанес укол. Через 0,04—0,05 секунды после нанесения первого укола реле отключает схему фиксации; если ответный укол был нанесен позже, он уже не фиксируется. При фехтовании на рапирах укол должен наноситься только в корпус — от шеи до пояса. Соперники надевают специальные электрокуртки, закрывающие эту часть тела. Реле срабатывает только при уколе в электрокурткy.

В последние годы на крупных соревнованиях все шире применяются электронно-счетные машины, автоматические счетчики различных систем, электротабло и другие устройства. Они помогают судьям оперативно информировать спортсменов и зрителей о ходе состязаний. ■



КРАТКИЕ БИОГРАФИИ ВЫДАЮЩИХСЯ ДЕЯТЕЛЕЙ ТЕХНИКИ

ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ

(1452—1519)

Летом 1502 г. жители Флоренции часто видели на улицах человека удивительной наружности. Длинные волосы, тронутые сединой, струились из-под широкого берета на плечи и спину. Большая борода обрамляла лицо и спускалась до половины груди. Густые широкие брови нависали над внимательными глазами. Высокую могучую фигуру скрывала просторная одежда.

Человек часто смотрел в небо. И как только видел летящую птицу, он останавливался и следил за полетом. Наблюдения за тем, как птицы взлетают, как держатся в полете, как готовятся к посадке, как садятся, он записывал в тетрадь.

Его звали Леонардо да Винчи. Он был знаменитым художником. Но почему художник заинтересовался полетом птиц? Дело в том, что он был еще и замечательным ученым. Его технические идеи намного опередили свое время.

За сотни лет до появления самолета Леонардо да Винчи создал летательный аппарат. По мысли Леонар-

до, человек мог летать, используя силу своих мускулов в аппарате, копирующем птицу. Этот аппарат в точности повторял тело птицы.

Крылья он сделал из упругих ивовых прутьев и обтянул накрахмаленным полотном. Сложная система рычагов и педалей, которыми должны в полете управлять руки и ноги человека, передавала крыльям движение. Аппарат был больше птицы настолько, насколько вес человека вместе с аппаратом больше веса птицы. Леонардо считал, что такое условие обеспечит успех полета человека. И даже наметил, откуда произойдет первый полет. Он собирался лететь в своем аппарате с горы Лебедь, близ городка Винчи, где он родился в 1452 г. ...

Но летательный аппарат Леонардо да Винчи никогда не взлетел.

Никогда не воспользовались ткачи замечательной идеей ткацкого станка Леонардо с механическим приводом от водяного колеса. Станок мог быть очень совершенным. В нем даже был предусмотрен автомат, останавливающий движение веретен в случае разрыва нити. Только в XIX в. это техническое устройство нашло себе место в текстильных машинах.

Никогда ни один металлист не работал на токарных станках, придуманных Леонардо да Винчи, станках с коленчатым валом и сменными шестернями. Только через три столетия станок со сменными шестернями положил начало производству машин машинами.

Никогда никто не прыгнул с парашютом, который сконструировал Леонардо для безопасности человека, летящего в его «птицелете».

... Всю жизнь Леонардо да Винчи переезжал из Флоренции в Милан, из Милана в Рим, из Рима во Флоренцию, рисовал, изобретал, строил крепости. Он скончался в 1519 г. во Франции, куда вынужден был уехать из родной Италии, охваченной войной. Постоянные скитания, вынужденная служба у разных князей, банкиров, римских пап мешали доводить до конца гениальные открытия и изобретения. Да и низкий уровень тогдашней техники ставил неодолимые препятствия осуществлению новаторских замыслов Леонардо. Ведь он опередил свое время на века.

ИВАН ИВАНОВИЧ ПОЛЗУНОВ

(1728—1766)

Иван Иванович Ползунов родился на Урале в семье простого солдата. Он учился в первой русской горнозаводской школе в Екатеринбурге (ныне Свердловск). Четырнадцати лет мальчик вынужден был пойти на завод. Четверть века работал он на предприятиях горного Урала.

Жажда знаний у Ползунова была огромная. Проводя весь день на заводе, он находил в себе энергию и силы заниматься дома физикой, химией, механикой. Ползунов был квалифицированным горняком, строителем, знатоком руд, технологом, графиком, конструктором, хорошо знал современную ему теплотехнику. Это, а также его заводская практика и подсказали ему возможность замены водяного колеса — основного двигателя того времени — паровым двигателем.

Ползунов хотел создать машину «для пользы народной», чтобы «облегчить труд по нас грядущим».

В 1763 г. он представил начальству детальный проект и расчеты универсального двигателя. В своих записках Ползунов изложил физические и термодинамические основы машин. Таким образом, это было не только изобретение, но и создание научно обоснованной конструкции. Двигатель Ползунова действовал непрерывно, т. е. непрерывно отдавал работу.

Строить первую в истории человечества заводскую паросиловую установку было нелегко. Оборудования не хватало, у людей не было достаточно знаний. И все же к 1766 г. работу удалось закончить. Но трудности подорвали здоровье изобретателя. Он не дожил всего одной недели до окончательного испытания своего детища. Дело завершили его ученики.

Первый русский теплотехник, талантливый изобретатель, Иван Ползунов вписал своими замечательными трудами одну из интереснейших страниц в историю мировой техники.

ИВАН ПЕТРОВИЧ КУЛИБИН

(1735—1818)

В 1769 г. императрице Екатерине II были преподнесены необыкновенные часы. По форме и размерам они напоминали утиное яйцо. Каждый час они издавали мелодичный звон, створки в них отворялись и внутри на маленькой сцене изящные фигурки разыгрывали представление. В полдень и в полночь часы исполняли гимн. Эти часы изготовил механик-самоучка Иван Петрович Кулибин.

И. П. Кулибин родился в Нижнем Новгороде (теперь г. Горький) в семье мелкого торговца. Кулибин выучился грамоте у местного дьячка, и на этом его образование закончилось. Все свои знания он в дальнейшем приобретал самостоятельно, читая выходящие в те годы книги по технике. Изобретать он любил с детства и особенно увлекался часовыми механизмами, в изготовлении которых добился неслыханного в то время мастерства.

По приказу императрицы талантливого изобретателя назначили заведовать механическими мастерскими Академии наук. Он проработал там тридцать лет и сделал Академию выдающимся центром по производству научных приборов.

В 1772 г. Лондонское королевское общество объявило международный конкурс на постройку лучшей модели одноарочного моста через Темзу. Тогда техника знала пролет одноарочного моста лишь в 60 *м*, а англичане решили соорудить мост с пролетом в 250 *м*.

Кулибин, который как раз в это время обдумывал конструкцию постоянного моста над Невой, с увлечением стал разрабатывать свой проект. Он усложнил задачу, увеличив пролет до 300 *м*, с тем чтобы мост мог перекрыть и Неву, и создал модель, поражающую гениальной смелостью и вдохновением, из решетчатых ферм, которые впоследствии стали столь распространены.

И сейчас, полтора века спустя, нас поражает зрелость технической мысли талантливого изобретателя. Он дал принципиально новую конструкцию и подробно описал работы, необходимые для постройки этого сложнейшего сооружения. Он разработал методику испытаний отдельных частей моста, изобрел для этого все необходимые приборы. Он не ограничился экспериментами, а разработал и изложил теорию своей конструкции. Наконец, он первый поднял вопрос о применении металла как материала для строительства мостов, когда весь мир строил мосты из дерева и камня.

За свою долгую жизнь Кулибин сделал немало выдающихся изобретений. Он создал оптический телеграф для передачи на расстояние условных сигналов при помощи системы семафоров, которую сам же разработал. В списке его изобретений — прожектор, водоходные суда, идущие против течения, механическая сеялка, плавучая мельница, грузоподъемный механизм, насосы и многое другое.

Его творчество оказало огромное влияние на дальнейшее развитие русской технической мысли.

ДЖЕМС УАТТ

(1736—1819)

На памятнике Джемсу Уатту написано: «Увеличил власть человека над природой». Так оценили современники деятельность знаменитого английского изобретателя.

Уатт родился в Шотландии, неподалеку от крупного промышленного города Глазго. Отец его был механиком. Мальчик с детства присматривался к его работе и сам с увлечением мастерил модели машин. А став взрослым, Дж. Уатт открыл свою мастерскую при местном университете. Он принимал заказы на изготовление и починку всевозможных точных приборов и музыкальных инструментов.

В 1763 г. Уатту пришлось заняться усовершенствованием пароатмосферной машины Ньюкомена. Принцип ее работы был такой. Пар поднимал поршень в цилиндре до самого верха. Затем в цилиндр под поршень впрыскивали воду. Большая часть пара, охладившись, конденсировалась. Под поршнем образовывался вакуум, и атмосферное давление гнало поршень вниз. Машина действовала медленно, неравномерно, была громоздкой, «пожирала» массу топлива. Усовершенствовать машину пытались многие изобретатели, но неудачно.

Настойчивость и упорство «мастера математических инструментов» — так называлась должность Уатта — привели к желанной цели. У него явилась мысль разделить цилиндр на две части: горячую, куда будет впускаться пар и где будет совершаться рабочий ход, и холодную, конденсирующую пар. Кроме того, Уатт сделал еще несколько усовершенствований, окончательно превративших пароатмосферную машину в паровую. В 1768 г. он подал прошение о патенте на свое изобретение.

Патент он получил, но построить паровую машину ему долго не удавалось. Только в 1774 г. паровая машина Уатта была, наконец, построена и успешно прошла испытание. Она оказалась вдвое эффективнее машины Ньюкомена.

А в 1784 г. Уатт создал новую замечательную машину — первую универсальную паровую машину двойного действия. В ней пар поступал в цилиндр попеременно, то с одной стороны поршня, то с другой. Поэтому поршень совершал и рабочий и обратный ход с помощью пара, чего не было в прежних машинах.

Двигатель Уатта годился для любой машины. К. Маркс писал: «Великий гений Уатта обнаруживается в том, что патент, взятый им в апреле 1784 г., давая описание паровой машины, изображает ее не как изобретение лишь для особых целей, но как универсальный двигатель крупной промышленности».

За эти годы Уатт изобрел также пять способов превращения возвратно-поступательного движения во вращательное. Один из них — замена кривошипно-шатунного механизма зубчатой передачей — был очень важным изобретением. Другой до сих пор называют параллелограммом Уатта.

Уатт занимался не только усовершенствованием своей машины. Ему принадлежали и такие важные изобретения, как первый в мире паровой молот и паровое отопление. Сконструировал он и несколько счетных машин, копировальных прессов и т. п.

МЕХАНИКИ ЧЕРЕПАНОВЫ

В последней четверти XVIII в. на уральских заводах трудилось много крепостных мастеров, изобретательность которых способствовала успехам русской металлургии. Одним из них был Ефим Черепанов (1774—1842). Ефим ревностно изучал все отрасли заводского мастерства, особенно интересовался устройством воздуходувных мехов и иных «махин», приводимых в движение силой воды, лошадей или просто вручную. В свободное от работы время Ефим самостоятельно изучал основы механики и другие науки.

Ефиму было немногим больше 20 лет, когда его послали как отличного специалиста по воздуходувным мехам на строящийся под Петербургом завод. Три года провел молодой специалист вблизи столицы с ее многочисленными заводами. Его кругозор расширился, он приобрел много новых знаний в различных областях производства. В 1807 г. он стал «плотинным мастером» Выйского завода.

Это был важный пост. «Плотинный» руководил постройкой и эксплуатацией гидротехнических сооружений— плотин, водохранилищ, каналов, а также водяных колес и всех вододействующих конных и ручных устройств.

Грамотным, сметливым, хоть и менее способным к изобретательству, был брат Ефима «заводской служитель» Алексей (1786—1817). С его помощью Ефим организовал на Выйском заводе механический цех («фабрику»).

У выйского «плотинного» подрастал еще один верный помощник — его сын Мирон (1803—1849). Сметливость и работоспособность Мирона были удивительны. Под руководством отца он так хорошо обучился грамоте, арифметике и черчению, что уже в 12 лет его приняли писцом на Выйский завод.

О достижениях Ефима Черепанова и его механическом цехе узнал владелец Выйского завода Демидов и послал его в Англию с важным и спешным поручением: выяснить, почему снизился сбыт русского железа. В Англии Черепанов пришел к заключению, что для успешной конкуренции русского железа с западноевропейским нужно переоборудовать уральскую промышленность, и в частности ввести паровые двигатели. Демидов после долгих колебаний согласился.

С помощью сына Мирона и «механического штата» мастеров, собранных на Выйском заводе, Е. А. Черепанов в 1824 г. построил паровую машину в 4 *л. с.*, в 1826—1827 гг. — другую, мощностью более 30 *л. с.*, а еще через три года — третью, в 40 *л. с.*

Отец и сын Черепановы не переставали учиться. Они не раз ездили на предприятия Урала, Москвы,

Петербурга, побывали в Швеции. К этому времени у них подрос еще один помощник — сын Алексея Аммос.

Демидовы решили проявить великодушие к мастеру, отмеченному официальной наградой, и в 1833 г. дали Е. А. Черепанову вольную. Но семья его по-прежнему оставалась в крепостной зависимости.

Между тем Мирон Черепанов приступил к работе над созданием «паровой телеги» — паровоза. По-видимому, к этой мысли механик пришел вместе с отцом и талантливым инженером Ф. И. Швецовым, тоже выходцем из крепостных. Первый черепановский паровоз (1834) вел состав весом до 3,2 *т*, а второй (1835) — до 32 *т* со скоростью 13—16 *км/час*.

Наследие Черепановых многообразно. Одновременно с созданием первых в России паровозов они успешно усовершенствовали различные отрасли заводского производства. Они строили гидротехнические сооружения, создавали металлургическое оборудование, металлообрабатывающие станки, паровые машины. Вместе с Швецовым работали они и над использованием тепла и теплотворности отходящих газов медеплавильных и доменных печей.

ДЖОРДЖ СТЕФЕНСОН

(1781—1848)

Джордж Стефенсон родился в семье шахтера в горняцком поселке, недалеко от Ньюкасла. С ранних лет Джордж должен был вносить свою лепту в скудные доходы семьи. Он работал и пастухом, и погонщиком лошадей при подъемном вороте, и кочегаром, и машинистом при паровом двигателе, а затем механиком при большой подъемной паровой машине на шахте.

До 18 лет юноша оставался неграмотным. Потом он стал посещать вечернюю начальную школу. Однако основные знания по арифметике, механике и другим техническим наукам Стефенсон приобрел самостоятельно. Он настолько пополнил свои знания, что стал решать технические задачи, доступные лишь специалисту-инженеру. Управляющие копями обратили на него внимание, и он вскоре стал механиком копей.

В 1813 г. Джордж Стефенсон, которому в то время было 32 года, впервые занялся устройством «самодвижущейся паровой машины» — паровоза. Он решил, используя опыт предыдущих конструкторов паровозов, создать более совершенную машину.

В 1814 г., после десятимесячной работы, Стефенсон закончил первый паровоз. По устройству котла и расположению цилиндров в системе передачи он напоминал некоторые из предшествующих типов паровозов и был недостаточно мощным. На первом испытании паровоз передвигал состав весом 30,5 *т*, развивая скорость до 6 *км/час*. В 1816 г. изобретатель создал трехосный паровоз «Киллингуорт», который мог вести состав весом 50 *т* со скоростью 10 *км/час*. Преимущество паровозов перед конной тягой уже становилось явным. А в 1830 г. была открыта дорога Манчестер — Ливерпуль протяженностью в 48 *км*. Это была решительная победа пара на сухопутном транспорте.

Сын Стефенсона, Роберт (1803—1859), помог отцу завершить это строительство. На заводе в Ньюкасле они организовали постройку паровозов нового типа. На испытаниях паровозов победил стефенсоновский паровоз «Ракета». Его важнейшей особенностью было применение парового котла с 25 дымогарными трубами, что дало возможность улучшить парообразование в котле. Отец и сын Стефенсоны стали всемирно признанными авторитетами по железнодорожному строительству. Они участвовали в постройке многих важных дорог в Англии и за границей. Стефенсоновские паровозы экспортировались в Бельгию, Францию, Германию, США.

Всю жизнь Стефенсон упорно отклонял присвоение ему каких-либо званий или титулов. Гордый своим простым происхождением, он писал, что не хочет «этих увесистых выражений в виде добавки к своему имени».

ПАВЕЛ ПЕТРОВИЧ АНОСОВ

(1797—1851)

Павел Аносов очень рано потерял родителей. Его взял на воспитание дед, Лев Собакин, в то время известный механик Камско-Воткинских заводов. Он решил дать внуку хорошее образование и определил в одно из лучших учебных заведений Петербурга — в Горный кадетский корпус.

Павел был среди первых учеников и еще во время учебы стал интересоваться металлургией. Закончил учение он с большой золотой медалью и получил назначение в Златоустовский горный округ. Первые два года Аносов работал практикантом, а затем его определили на службу на только что созданную оружейную фабрику. Началась пора его творческой деятельности.

Прошло несколько лет, и молодой Аносов стал управляющим оружейной фабрики. Применявшийся на Златоустовской оружейной фабрике метод производства стали мало чем отличался от приемов работы на других предприятиях Урала. В основе процесса лежал так называемый кричный горн. Сталь получалась путем сваривания сложенных в пучки полос из кричного железа или же цементацией полос. Чтобы железо науглеродить (цементовать), полосы погружали в ящики, переслаивали угольным порошком, потом разводили огонь в топке и поддерживали жар 8—12 суток.

Аносов решил усовершенствовать процесс. Он поместил железо в тигельный горшок. В нем непосредственного контакта угля и железа не было. Но Павел Петрович понимал, что это только кажущееся разделение: тигель стоял в горне, насыщенном газообразным углеродом — продуктами горения угля; пока тигель оставался открытым, частицы углерода настойчиво атаковали железо.

Полученная таким образом сталь оказалась лучше, чем цементованная. Это был настоящий переворот в технике производства стали. Все дальнейшие усовершенствования XIX в. в этой области основаны на открытии Аносова.

Поиски способов получения литой стали тесно связаны с опытами получения булата. Над методом производства этой необычайно упругой и крепкой стали долгое время висела тайна. Ученые разных стран безуспешно пытались ее разгадать. Аносов подошел к ней как глубокий исследователь. Исследуя полученную сталь, он впервые в мире — это было в 1831 г. — стал рассматривать кристаллы металла через микроскоп и увидел «узоры, подобные по расположению булатным». Этим Аносов заложил основы новой науки — металловедения.

Многолетний труд по отысканию тайны булата привел Аносова к другому чрезвычайно важному открытию. Прибавляя в тигли разные химические элементы, Павел Петрович стал получать сталь с различными свойствами. Аносов проводил плавки с хромом, титаном и многими другими элементами. Это было началом металлургии качественных, или специальных, сталей.

Аносов занимался не только металлургией. Он был и геологом, и химиком, и конструктором.

БОРИС СЕМЕНОВИЧ ЯКОБИ

(1801—1874)

В 1834 г. в мемуарах Парижской Академии наук появилась заметка о новой «магнитной машине». Сообщая об изобретенном им электродвигателе, автор писал, что эта машина дает непосредственное постоянное круговое движение, которое гораздо легче преобразовывать в другие виды движения, чем возвратно-поступательное движение.

Изобретатель этого электродвигателя Борис Семенович Якоби родился в г. Потсдаме, в Германии. В 1823 г. он окончил Гёттингенский университет и по желанию родителей стал архитектором. Но молодого архитектора больше интересовала физика. Он занялся усовершенствованием водяных двигателей, затем увлекся электричеством.

В 1835 г. Якоби по рекомендации видных ученых был приглашен в Россию — в Дерптский (ныне Тартуский) университет. С этих пор вся жизнь Якоби была связана с Россией. Здесь он занял должность профессора архитектуры, но все свободное время отдавал работе над усовершенствованием своего электродвигателя.

Изобретением Якоби заинтересовались. Его вызвали в Петербург для опытной работы по применению электродвигателей на судах флота. Здесь Якоби стал работать вместе с замечательным ученым — акад. Ленцем. Они к 1839 г. построили два мощных по тем временам электродвигателя. Один из них был установлен на большой лодке и вращал ее гребные колеса. При испытании лодка с экипажем в 14 человек в течение нескольких часов поднималась против течения Невы.

Второй двигатель Якоби — Ленца катил по рельсам тележку, в которой мог помещаться человек. Эта скромная тележка приходится «бабушкой» трамваю, троллейбусу, электропоезду, электрокару. Почти все место в ней занимала батарея. Других источников электрического тока тогда еще не знали.

Элементы батарей быстро выходили из строя: цинковый электрод в них разрушался, «сгорал». Работа электродвигателя с батареями обходилась значительно дороже, чем работа паровой машины! Нужно было получить дешевый электрический ток. Якоби стал тщательно исследовать гальванические элементы. И эта напряженная работа дала неожиданный результат.

Рассматривая электрод разобранного элемента Даниэля, Якоби заметил, что слой осевшей на электроде меди легко отделяется. На нем запечатлелась каждая шероховатость, каждая мельчайшая царапинка электрода!

Якоби подвесил вместо электрода медную монету. Через некоторое время она покрылась слоем меди. Сняв этот слой, Якоби увидел на нем отпечаток монеты. Только отпечаток был обратным. А что если сделать таким способом новую монету?

На этот раз Якоби подвесил на место электрода отпечаток. Вынув затем нагретый током электрод, ученый осторожно разделил его на две части. В одной руке остался отпечаток монеты, в другой — новенькая медная монета, в точности подобная первой! Она была как бы вылеплена током гальванического элемента. Поэтому Якоби назвал свое открытие гальванопластикой.

Однажды гравер принес новую медную дощечку для входной двери. На ней была вырезана надпись: «Профессор Б. С. Якоби». Разумеется, дощечку немедленно постигла участь всех металлических предметов в доме: она стала электродом. Выпуклые буквы копии ученый смазал краской и прижал к бумаге. Надпись отпечаталась прекрасно!

Открытие гальванопластики получило признание во всем мире.

Еще много работал Якоби на благо русской науки и промышленности. Он усовершенствовал электрический телеграф (годом раньше С. Морзе создал пишущий телеграфный аппарат), впервые использовал землю в качестве обратного провода, изобрел подземный кабель в свинцовой оболочке. Якоби усовершенствовал мины с электрическим взрывателем, создал реостаты и эталоны сопротивлений, придумал новый способ изготовления эталонов мер и весов.

ДМИТРИЙ КОНСТАНТИНОВИЧ ЧЕРНОВ

(1839—1921)

Дмитрий Чернов родился в Петербурге в семье мелкого чиновника. Он прекрасно учился в гимназии и Технологическом институте и девятнадцати лет получил диплом инженера-технолога. За выдающиеся успехи в математике его оставили в институте преподавателем. В эти годы он был также вольнослушателем физико-математического факультета Петербургского университета. Но чистая математика влекла его меньше, чем мир техники. Поэтому в 1866 г. молодой преподаватель стал работать инженером на построенном близ Петербурга сталелитейном заводе. Там как раз приступили к производству новых пушек — не из бронзы, как их еще недавно делали, а из стали.

Пушечное производство в России тех лет нельзя назвать налаженным. Изготовленные на Обуховском заводе пушки большого калибра нередко разрывались при первом же выстреле. Причину этого установить не могли. Уже шла речь о том, что производство стальных орудий в России будет прекращено и заказы переданы на иностранные заводы. Дело спасло открытие Д. К. Чернова.

Ученый обнаружил, что в местах разрывов сталь имеет крупнозернистую структуру. Структура же металла тех пушек, которые не разрывались, была мелкозернистой. Он начал сравнивать закалку болванок. Выяснилось, что болванки, нагретые ниже критической температуры, совсем не закаливались, оставались «мягкими». Эту критическую точку нагрева (около 700°), при которой металл приобретает темно-вишневый цвет,

Чернов назвал точкой *A*, или точкой закалки. Когда же металл нагревается до красного каления, его поверхность становится морщинистой, как бы шелушится. В этот момент поковка переходит в точку *B* (800—850° для обычной стали). Затем, оставаясь все того же красного цвета, поверхность металла опять меняет вид. И за время всех этих едва уловимых глазом превращений металла и происходит изменение его структуры — она становится мелкозернистой. Критические точки нагрева металла известны теперь всему миру как «точки Чернова».

Долгие годы исследования позволили Чернову проникнуть в тайны слитков, понять явления, которые происходят в остывающем металле. Он первым в мире понял, что стальные слитки— это результат кристаллизации расплавленного металла. Он объяснил, почему внутри слитка металл более рыхлый, чем на его поверхности, как образуются в литье пузыри, усадочные раковины, что происходит во время закалки стали.

Неожиданно деятельные исследования Дмитрия Константиновича прервались. Из-за разногласий с новым директором Обуховского завода прямому и принципиальному Чернову пришлось уйти в отставку.

Отстранение от любимого дела не сломило его душевных сил. Он уехал на юг России, где занялся разведкой залежей каменной соли. Лишь когда улеглась горечь незаслуженной обиды, Чернов возвратился в Петербург к инженерной работе.

Как ученый-металлург Д. К. Чернов был признан всем миром. Его труды во многом способствовали тому, что именно сталь сделалась основой современной техники и заняла главенствующее место в металлургии.

ПАВЕЛ НИКОЛАЕВИЧ ЯБЛОЧКОВ

(1847—1894)

Двенадцати лет Павел Яблочков сконструировал землемерный прибор. Им долго пользовались крестьяне Сердобского уезда. Это было его первое изобретение, рожденное горячей любовью к технике, любовью, которую он сохранил на всю жизнь.

В Петербургском военном училище, куда его отдал отец, Яблочков увлекся физикой, и особенно ее тогда еще мало изученной областью— электричеством. С большой радостью посвятил бы он свою жизнь науке, но после окончания курса пришлось служить саперным офицером в Киевской крепости. Затем его послали учиться в «Офицерские гальванические классы». А после выпуска Яблочков при первой возможности ушел в отставку.

Началась новая жизнь. Он встречался с изобретателями, бывал на собраниях ученых обществ, оборудовал мастерскую, где мог ставить опыты и строить нужные ему приборы. В этот период Яблочков заинтересовался электричеством как источником света и в связи с этим электрической дугой.

Явление дуги, т. е. электрического разряда, возникающего между двумя сближенными угольными стержнями—электродами, было открыто в 1802 г. профессором Петербургской медико-хирургической академии В. Петровым. Однако расположенные друг против друга угольки быстро сгорали, расстояние между ними увеличивалось, и дуга угасала.

Яблочков тщательно испытывал все известные системы регуляторов. Решал он и еще одну серьезную задачу — «дробления света», добиваясь, чтобы в одну цепь можно было включать несколько ламп. Он работал очень увлеченно и даже оставил службу, отнимавшую много времени. Для опытов нужны были деньги, и вместе со своим другом он открыл механическую мастерскую и магазин физических приборов. Однако у молодого изобретателя не было коммерческих способностей и дела шли плохо. Он запутался в долгах, кроме того, им, как политически неблагонадежным, заинтересовалась полиция. Нужно было скрыться, чтобы избежать ареста.

Парижская жизнь изобретателя мало отличалась от московской: работа в мастерской и опыты, опыты без конца. Ему удалось найти решение: угли-электроды для дуговой лампы он расположил параллельно. Разрешил Яблочков и трудную задачу «дробления света», применив систему индукционных катушек.

В 1876 г. свечи П. Н. Яблочкова осветили улицы и площади Парижа, Лондона, Берлина. Все свои деньги, полученные за изобретение, Яблочков отдал французской фирме, чтобы выкупить право производить свечи у себя на родине...

Павел Николаевич вернулся в Россию. Столица встретила его восторженно. В 1879 г. многие улицы Петербурга были освещены свечами Яблочкова. Однако другие изобретатели стали видоизменять свечу, появились новые лампы, соперничавшие с лампой Яблочкова. Павел Николаевич опять вынужден был уехать в Париж. Там он занялся вопросом получения электричества непосредственно из химической энергии угля.

Однажды во время опытов в квартире Яблочкова произошел сильный взрыв. Он губительно повлиял на здоровье Павла Николаевича. Тяжелобольной, Яблочков приехал в Россию и поселился в Саратове. Там он и умер.

Заслуги изобретателя в развитии науки высоко оценены в нашей стране. У нас изданы все его труды.

НИКОЛАЙ ЕГОРОВИЧ ЖУКОВСКИЙ

(1847—1921)

Окончив в 21 год физико-математический факультет Московского университета, Николай Егорович Жуковский начал изучать законы движения жидкости. Эта работа принесла ему ученую степень магистра.

Молодой ученый поехал за границу. Он посещал лекции в университетах Берлина и Парижа, знакомился с инженерами и изобретателями. Особый интерес у него вызвали встречи с авиационными исследователями, наблюдения за полетами их моделей. С этого времени мечта о покорении воздушной стихии не покидала Жуковского, ставшего, по словам В. И. Ленина, «отцом русской авиации».

Один за другим следовали научные доклады Жуковского: «К теории летания», «О летательных приборах», «О парении птиц». В последней работе, кстати, он доказал возможность мертвой петли на аэроплане, впервые осуществленной почти четверть века спустя русским летчиком П. Н. Нестеровым.

С 1904 по 1906 г. Жуковский работал в Кучино, под Москвой, где был создан первый в мире институт для аэродинамических исследований. Здесь он нашел источник силы, поддерживающей самолет, дал формулу для расчета этой силы. И сейчас во всем мире в учебниках по аэродинамике излагается теория Жуковского о подъемной силе.

В 1910 г. Жуковский создал аэродинамическую лабораторию Московского высшего технического училища. В ней начинали свою работу члены научного студенческого воздухоплавательного кружка. Этот кружок стал школой русской аэродинамики.

С помощью членов кружка Жуковский создал замечательные работы. Особенно важной была теория и метод расчета воздушных винтов. Этот труд не утратил своего значения и сегодня. Он послужил также основой построения теории вентиляторов и компрессоров.

Вместе со своим учеником, впоследствии академиком С. А. Чаплыгиным, Жуковский разработал теорию крыла самолета. Построенные на основании этой теории крылья во всех странах мира называются «крыльями Жуковского». С другим своим учеником, ныне знаменитым авиаконструктором А. Н. Туполевым, он разработал аэродинамический расчет самолета.

Жуковский был не только аэродинамиком. Он с одинаковым мастерством и глубиной рассматривал вопросы математики, теоретической, прикладной, строительной механики, астрономии, баллистики, гидродинамики и т. д.

Октябрьскую социалистическую революцию Жуковский встретил семидесятилетним стариком. Николай Егорович понял, что именно теперь его идеи претворятся в жизнь. Он предложил проект создания Института аэродинамики и гидродинамики и возглавил этот институт — ныне Центральный аэрогидродинамический институт его имени. По его идее и при его участии было создано крупнейшее авиационное учебное заведение — Военно-воздушная академия, тоже теперь носящая его имя.

АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ ЛОДЫГИН

(1847—1923)

Еще учась в Московском юнкерском училище, Александр Лодыгин начал изобретать летательную машину и отдавал этому делу все свободные часы. Летательная машина Лодыгина была геликоптером, или, как мы теперь говорим, вертолетом. Разработал Лодыгин и другую машину — с машущими крыльями. Но ни та ни другая не была построена.

Проектируя свои летательные машины, Александр Николаевич задумался над их освещением во время ночных полетов. У дуговых ламп были в то время сложные и несовершенные регуляторы, и каждой лампе для питания нужна была особая динамо-машина. Кроме того, свет ламп был очень силен, а от их жара мог загореться будущий «электролет». Лампа накаливания представлялась Лодыгину более подходящей.

Первая лампа Лодыгина представляла собой герметически закупоренный стеклянный цилиндр. Сквозь его крышки были пропущены металлические проводники. К одному проводнику ток шел от гальванической батареи или от динамо-машины. Пройдя через угольный стержень, ток через другой проводник выходил из лампы и возвращался к источнику. Горела лампа Лодыгина всего 30—40 минут. Потом угли сгорали. Тогда Александр Николаевич применил выкачивание воздуха из цилиндра. После этой операции лампа горела уже несколько часов.

В 1873 г. Лодыгин осветил своими лампами одну из улиц Петербурга. Успех был большой, но средств не прибавилось. А между тем американский изобретатель Эдисон (см. ст. «Томас Алва Эдисон») начал разрабатывать свою лампу накаливания, что ему блестяще удалось.

Итак, лампа Лодыгина ушла за границу, а вскоре за ней последовал изобретатель. Он служил в фирме Вестингауз, в Нью-Йорке, конструировал электропечи. Работа была интересной, но Лодыгин тосковал по родине. В 1905 г. он вернулся в Россию, но здесь по-прежнему почти все электротехнические предприятия принадлежали немецким фирмам, а работу Лодыгину предложило только Управление петербургским трамваем, которому нужен был заведующий подстанциями. Лодыгин снова уехал в США.

Александр Николаевич радостно встретил известие об Октябрьской революции. Но изобретатель был уже слишком стар, чтобы вернуться на родину. Когда в 1923 г. Русское техническое общество, отмечая пятидесятилетие опытов Лодыгина, избрало его своим почетным членом, приветственное письмо уже не застало Александра Николаевича в живых.

ТОМАС АЛВА ЭДИСОН

(1847—1931)

С детства Томас Алва Эдисон много читал и стремился проверить на опыте все, что узнавал. Особенно интересовала его химия. Но чтобы покупать различные химикалии, нужны были деньги, и молодой Эдисон стал продавцом газет в поездах.

Школу пришлось оставить, но Эдисон по-прежнему много читал, увлекался историей, физикой и химией, а для опытов оборудовал себе лабораторию в багажном вагоне того поезда, с которым ездил.

Через некоторое время Эдисон стал телеграфистом. Жил он скудно и все свои деньги тратил на книги и приборы. Первое изобретение Эдисона — прибор для подсчета голосов в конгрессе. Он приехал с ним в Вашингтон. Но там Эдисону сказали, что его изобретение меньше всего нужно Америке.

Вскоре Эдисон отправился в Нью-Йорк. Здесь он сделал еще изобретение — усовершенствовал указатель биржевых курсов. За это ему заплатили 40 тыс. долларов. На них Эдисон приобрел нужное оборудование и открыл собственную мастерскую. Скоро таких мастерских у него было пять. А затем он поселился недалеко от Нью-Йорка и устроил там свою лабораторию. С этих пор он целиком отдался изобретательству. И почти до самой смерти — а умер он восьмидесятичетырехлетним стариком — Эдисон работал с огромным напряжением. Часто его рабочий день длился 18—20 часов.

Одним из самых важных его изобретений была система электрического освещения, которая демонстрировалась на Международной электротехнической выставке 1881 г. в Париже. Эдисон усовершенствовал лампу Лодыгина, увеличив разряжение

в баллоне и применив в качестве нитей накаливания бамбуковые волокна. Он придумал также патрон к лампочке и выключатель к ней. Этими приспособлениями мы пользуемся до сих пор. Но сама лампочка изменилась: теперь в ней горит не бамбуковое волокно, а металлическая вольфрамовая нить. Это усовершенствование внес в эдисонову лампу Лодыгин. Так дважды скрещивались творческие замыслы двух изобретателей.

Телеграф был известен до Эдисона, но изобретатель нашел способы передачи, позволяющие посылать по одному проводу сразу две и даже четыре телеграммы. Телефон, изобретенный Беллом, Эдисон усовершенствовал так, что звук стал громким и ясным, а посторонние шумы перестали мешать разговаривающим. Это позволило вести телефонные линии на большие расстояния.

Эдисон придумал фонограф — прибор, записывающий и воспроизводящий звук. Электрическая железная дорога — всем нам известная электричка — была построена впервые Эдисоном.

Эдисон обнаружил, что между накаленной нитью в электролампе и электродом, который введен в лампу и изолирован от нити, возникает ток, хотя никакого свечения не видно. Это явление, названное «эффектом Эдисона», помогло разгадать природу электричества и оказалось основой для создания радиоламп.

Пожалуй, во всей истории человечества не было изобретателя более плодовитого, чем Эдисон. За свою жизнь он только в США получил больше тысячи патентов на свои изобретения. Академия наук СССР избрала Эдисона своим почетным членом.

ВЛАДИМИР ГРИГОРЬЕВИЧ ШУХОВ

(1853—1939)

Строитель и механик, нефтяник и теплотехник, гидротехник и судостроитель, ученый и изобретатель— вот кем был одновременно Владимир Григорьевич Шухов. Никогда не работал он в научных учреждениях, но Академия наук СССР избрала его, как крупнейшего ученого-новатора, своим почетным членом. Никогда не раздавался его голос с кафедры учебного заведения, но целые поколения русских инженеров с гордостью считают себя его учениками и последователями.

По проектам, выполненным под непосредственным руководством В. Г. Шухова, на железных дорогах России было построено более 500 стальных мостов. Работы В. Г. Шухова дали гениальное по своей простоте решение металлических конструкций мостов и зданий, которое лежит в основе современного строительства.

Трудно представить себе, как много сил уходило раньше на выделку узлов и сопряжений стальных профилей. Вместо сложных шарниров Шухов предложил простое соединение на заклепках. Чрезвычайно интересны работы В. Г. Шухова по сооружению металлических сетчатых оболочек, возможности которых до сих пор не исчерпаны.

Что общего имеет со строительством технология переработки нефти? Как будто бы ничего. Однако Шухов не только строитель, но и изобретатель замечательного способа переработки нефти — крекинг-процесса. Почти во всех странах мира нефть перерабатывается на бензин и другие продукты по его способу.

Нефтепроводы, по которым нефть перекачивается на дальние расстояния, рассчитываются по формулам В. Г. Шухова. Резервуары для хранения бензина и нефти возводятся по образцам, впервые построенным В. Г. Шуховым. Если вы увидите на Волге нефтеналивные баржи, почти до самой палубы погруженные в воду, вспомните Шухова — они построены по расчетам этого замечательного русского инженера.

В. Г. Шухов был чутким, душевным и простым человеком. Он любовно передавал свой опыт ученикам, старался развить у них инициативу и творческую мысль.

Когда фирма, в которой работал В. Г. Шухов, стала собственностью Советского государства, рабочие, высоко ценившие и любившие инженера-ученого, избрали его руководителем своего предприятия, выдвинули его в члены верховного органа Советской власти— ВЦИК.

НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ КИБАЛЬЧИЧ

(1854—1881)

Последнюю встречу со своим подзащитным, которая произошла в марте 1881 г. в одиночной камере Петербургской тюрьмы, адвокат запомнил на всю жизнь.

Николай Иванович Кибальчич, молодой революционер, был приговорен к повешению вместе с другими участниками казни царя Александра II. Адвокат ожидал, что осужденный передаст ему просьбу о помиловании. Но Кибальчич о помиловании и не заговорил. Он вручил адвокату рукопись, написанную в тюрьме: «Проект воздухоплавательного прибора».

За 10 дней до казни Николай Иванович писал: «Если же моя идея после тщательного обсуждения учеными специалистами будет признана исполнимой, то я буду счастлив тем, что окажу громадную услугу Родине и человечеству».

Дни бежали, но Кибальчича не посетил ни один ученый, хотя чиновники пообещали устроить встречу. За 5 дней до казни Николай Иванович в последний раз сражается за свое детище. Он обращается к министру внутренних дел. Он требует организовать встречу с каким-либо специалистом или передать «Проект» на срочную экспертизу. Обращение Кибальчича остается без ответа.

Только спустя почти четыре десятилетия, уже после Великой Октябрьской революции, открылись тайники царских архивов. И тогда человечество узнало о научном подвиге русского революционера.

Н. И. Кибальчич, сначала студент Института инженеров путей сообщения, а потом Медико-хирургической академии, с юности стал революционным борцом с царским самодержавием. Одновременно он самозабвенно увлекался техникой. Николай Иванович мечтал не только об освобождении человека от социального гнета. Он мечтал освободить его и от прикованности к Земле...

В те времена люди умели подниматься в воздух только на воздушных шарах. Они были легче воздуха, и управлять ими человек почти не мог. Кибальчич хотел создать летательный аппарат, который был бы тяжелее воздуха и покорен воле человека. Он много размышлял о том, какую подъемную силу использовать для него. И он придумал — это должна быть ракета...

НИКОЛА ТЕСЛА

(1856—1943)

Никола Тесла, один из крупнейших мировых ученых и инженеров, создатель ряда новых отраслей электротехники, автор более 800 важных изобретений, родился в горной сербской деревушке Смиляны, в семье сельского священника.

Свои первые опыты с электричеством и электрическими машинами он начал в 1875 г. в Высшей технической школе в Граце.

В те годы в электротехнике безраздельно царил постоянный ток. Применяемое при передаче по проводам низкое напряжение вызывало огромные потери электроэнергии. А бурное развитие промышленности и техники требовало столь же стремительного увеличения выработки и передачи электроэнергии. И Никола Тесла, еще будучи студентом, поставил перед собой смелую, но заманчивую задачу—создать электродвигатель переменного тока. После бесчисленных экспериментов, потребовавших огромного труда, ему это удалось. То было выдающееся открытие. Оно легло в основу современной электротехники. В своих машинах Тесла применил двухфазный ток (сдвиг по фазе 90°). Впоследствии русский электротехник М. О. Доливо-Добровольский создал систему трехфазного переменного тока (сдвиг по фазе 120°), которая совершила новую революцию в промышленности.

В 1884 г. Никола Тесла из-за крайне стесненного материального положения и невозможности осуществить свои планы в Европе был вынужден переехать в Америку. Там он стал сотрудником знаменитого американского изобретателя Эдисона (см. стр. 511—512).

Но Эдисон работал только над совершенствованием машин постоянного тока, и Тесла вскоре порвал с ним. Почти год он вел полуголодную жизнь американского безработного.

В это время Тесла получил патенты на два важных изобретения: дуговую лампу особой конструкции и коммутатор для динамо-машин постоянного тока с третьей щеткой.

Поправив свои материальные дела, Тесла вскоре создал собственную лабораторию и мастерские, снискавшие мировую славу.

Ученый в первую очередь занимался дальнейшим усовершенствованием двигателей переменного многофазного тока. Но затем он начал разрабатывать новую идею — передачу электроэнергии без проводов. Построенный им так называемый резонанс-трансформатор Теслы позволил получать переменные токи с частотами в несколько миллионов герц. Так было положено начало новой отрасли электротехники — технике токов высокой частоты. Важную роль сыграли проведенные в 1893 г. замечательные опыты Теслы по передаче сигналов на расстояние с помощью электромагнитных колебаний большой частоты.

В последующие годы открытия и изобретения сыпались из лаборатории Теслы как из рога изобилия. В 1898 г. он спустил на воду небольшую лодочку, управляемую с берега при помощи радиоаппаратуры. Так впервые было осуществлено радиоуправление на расстоянии. Затем он нашел способ получать с помощью токов высокой частоты свет без нагрева проводников и без электродов.

Он задумывался о возможности расщепления атомного ядра (1934).

КОНСТАНТИН ЭДУАРДОВИЧ ЦИОЛКОВСКИЙ

(1857—1935)

Лесничий Эдуард Циолковский верил в способности сына. Шестнадцатилетний подросток страстно увлекался астрономией, физикой, механикой. Оглохший еще в раннем детстве после скарлатины, мальчик полюбил книги. Они стали ему верными друзьями. Отец отпустил Костю в Москву. Там будущий ученый заканчивал образование по программе, составленной им самим. Она не походила на тогдашнюю казенную программу. Явления природы в ней рассматривались с подчас неожиданной стороны, она подсказывала оригинальные выводы, необычные решения.

Константин Эдуардович стал школьным учителем физики и математики. Почти всю жизнь он провел в небольшом городе Калуге. Тяжело глухому человеку быть учителем. И он не расставался со слуховой трубой, сделанной собственноручно.

Руки Циолковского... Они умели делать все. Скромный учитель не обладал средствами для покупки пособий, материалов. И его руки научились создавать модели и приспособления для опытов. Циолковский был столяром и слесарем, монтером и жестянщиком.

Дети обожали своего учителя, он захватывающе интересно рассказывал о мироздании, о развитии жизни на Земле. Великий химик Д. И. Менделеев и «отец русской авиации» Н. Е. Жуковский восхищались им, одобряли научные идеи Циолковского. Его работами интересовался Альберт Эйнштейн.

А научные идеи ученого и мечтателя из Калуги были удивительно многосторонними. Циолковский предугадал существование изотопов. Известны высказывания Константина Эдуардовича о значении угольной кислоты для развития жизни, об атмосфере и ее важной роли в «биографии» Земли и животно-растительного мира. Важнейшие открытия Циолковского относятся к развитию техники. Он предсказал появление материалов тверже алмаза, тугоплавких, неокисляющихся, легких и необычайно прочных. Он построил модель цельнометаллического управляемого дирижабля и первой аэродинамической трубы.

Но, конечно, наиболее важны его работы, посвященные ракетостроению и завоеванию космоса.

Константину Эдуардовичу было 46 лет, когда журнал «Научное обозрение» опубликовал его «Исследование мирового пространства реактивными приборами». Автор утверждал, что люди могут и должны полететь в космос. Для этого следует создать многоступенчатую ракету, которая преодолеет силу притяжения Земли. Циолковский научно обосновал космический полет человека в ракете. Он высказал мысль о реальности создания советскими людьми обитаемого спутника Земли.

Константин Эдуардович Циолковский родился ровно за 100 лет до запуска первого спутника Земли советскими людьми. Скончался основоположник астронавтики за четверть века до полета в космос первого в мире космонавта Юрия Гагарина. И первый искусственный спутник, и первый космонавт, и его товарищи оторвались от Земли с помощью многоступенчатой ракеты, которую «придумал» К. Э. Циолковский.

Люди будут вечно помнить провозвестника космической эры.

РУДОЛЬФ ДИЗЕЛЬ

(1858—1913)

Отец Рудольфа Дизеля, немец по происхождению, владел маленькой переплетной мастерской в Париже. В большой и дружной семье Дизелей каждый имел свои обязанности и помогал в работе отцу. Дизели жили мирно и благополучно до 1871 г., когда началась франко-прусская война и отец решил уехать с семьей в Англию.

Жизнь эмигрантов в Англии была тяжелой. Работу найти удавалось не всегда. И тринадцатилетний Рудольф без денег, надеясь только на себя и свою смекалку, переправился на корабле в Германию. Здесь он окончил школу и поступил в Политехнический институт.

Став инженером, Дизель все свободное время отдавал изобретению двигателя высокой экономичности. Но свободного времени оставалось мало: нужно было зарабатывать деньги, чтобы помогать семье, вернувшейся из Англии на родину. Однако Дизель не сдавался. И, наконец, долгие и мучительные поиски увенчались успехом.

В 1892 г. он получил патент на изобретенный им двигатель внутреннего сгорания. Теперь его надо было построить.

Двигатель, всем сейчас хорошо известный, названный именем его изобретателя, был построен впервые на Аугсбургском заводе в 1897 г.

Двигатель Дизеля четырехтактный. Изобретатель установил, что к. п. д. двигателя внутреннего сгорания повышается от увеличения степени сжатия горючей смеси. Но сильно сжимать горючую смесь нельзя, потому что тогда повышаются давление и температура и смесь самовоспламеняется раньше времени. Дизель решил сжимать не горючую смесь, а чистый воздух. К концу этого процесса в цилиндр постепенно под сильным давлением впрыскивалось жидкое топливо. Так как температура сжатого воздуха достигала 600—650°, топливо самовоспламенялось, и газы, расширяясь, двигали поршень.

Таким образом Дизелю удалось значительно повысить к. п. д. двигателя. К тому же здесь не нужна была система зажигания.

К Дизелю пришла слава. Его двигатель внутреннего сгорания находил все новые применения. Многие страны приглашали к себе изобретателя. В 1910 г. Дизеля восторженно встречала Россия, несколько позже — Америка.

Но на родине изобретателя осыпали грязными оскорблениями. Нашлись люди, которые доказывали, что его изобретение не ново, что он пользуется незаслуженной славой.

Дизель тяжело переживал эти нападки, стал мрачен, много болел.

Обстоятельства гибели Дизеля трагичны. Сентябрьским днем 1913 г. он сел на пароход, отправлявшийся в Лондон. Наутро Дизеля не нашли в каюте, он бесследно исчез.

Говорят, что через несколько дней рыбаки нашли в море во время шторма труп человека. Так кончил жизнь талантливый изобретатель, отдавший все свои силы и знания продвижению вперед техники и затравленный дельцами и завистниками из капиталистического мира, жаждущего только наживы.

АЛЕКСАНДР СТЕПАНОВИЧ ПОПОВ

(1859—1906)

Александр Степанович Попов родился на Урале. Отец мечтал дать Саше хорошее образование. Но учение в гимназии стоило дорого, а у священника Попова было шестеро детей. Пришлось отдать мальчика в духовное училище, а потом в семинарию. Там детей духовенства учили бесплатно.

Окончив семинарию, восемнадцатилетний Александр приехал в Петербург и блестяще сдал приемные экзамены в университет на физико-математический факультет. Чтобы как-то прожить, юноше пришлось давать уроки, сотрудничать в журналах, работать электромонтером на одной из первых петербургских электростанций.

После окончания курса наук Попов принял предложение преподавать в Минном офицерском классе в Кронштадте. Там готовили минных офицеров, которые тогда ведали всем электрооборудованием на кораблях. Все свободное время Попов посвящал физическим опытам. Он сам мастерил новые физические приборы.

25 апреля (7 мая) 1895 г. на заседании Русского физико-химического общества А. С. Попов продемонстрировал первый в истории радиоприемник. Этот день считается днем рождения радио.

Радиоприемник состоял из стеклянной трубки с металлическими опилками — так называемого когерера, электрического звонка и чувствительного электромагнитного реле. Он был снабжен антенной и заземлением. Когда электромагнитные волны попадали на антенну, металлические опилки в когерере слипались и сопротивление их резко уменьшалось. От этого ток, протекающий от батарей через обмотку реле, возрастал. Реле срабатывало и включало звонок. Молоточек звонка ударял по чашке, и получался хорошо слышимый сигнал. Отскакивая, молоточек ударялся о трубку когерера и встряхивал опилки. Если волны продолжали поступать в антенну, то опилки снова слипались, и все повторялось сначала.

Опытами Попова заинтересовались военные моряки. Ведь корабли, уходящие в море, не могут связаться с берегом и друг с другом по проводам. Но царское правительство не отпускало достаточных средств на продолжение и расширение исследовательских работ.

А тем временем передачу сигналов без проводов осуществил еще один человек — молодой итальянец Маркони. Знал ли он об опытах Попова, неизвестно, но его приемник не отличался от аппарата Попова, описанного в научных журналах годом раньше. Маркони заинтересовал своим изобретением капиталистов и вскоре располагал уже миллионами для проведения опытов.

Только тогда царские чиновники зашевелились. На опыты Попова было отпущено... еще несколько сот рублей! Попов и его помощники продолжали работу не щадя сил. Они быстро добились дальнейших успехов. В 1897 г. была осуществлена радиосвязь между двумя кораблями на расстоянии 5—6 *км*, еще через год — уже более чем на 30 *км*.

Вскоре пришла новая большая победа. Зимой 1900 г. была осуществлена радиолиния между о-вом Гогланд и берегом. Это событие открыло эру радиосообщений — не экспериментальных, а обслуживающих практические нужды людей.

В 1905 г. Попов стал директором Петербургского электротехнического института. Пытаясь защитить

революционное студенчество от преследований полиции, он навлек на себя гнев министра просвещения. 13 января 1906 г. после тяжелого объяснения с царским министром Александр Степанович Попов скончался от кровоизлияния в мозг. Изобретателя радио оплакивала вся передовая Россия.

АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ КРЫЛОВ

(1863—1945)

В 1878 г. Алексей Николаевич Крылов блестяще сдал экзамены в Морское училище. Преподаватели поражались глубине его знаний, умению по-новому освещать трудные и порой даже им самим непонятные вопросы. На выпускных экзаменах он получил наивысшие оценки по всем предметам.

Молодого инженера зачислили на работу в компасную мастерскую Главного адмиралтейства. Затем, проработав год на судостроительном заводе, Крылов в 1888 г. поступил в Морскую академию. После ее окончания Алексея Николаевича оставили при академии. Здесь он начал читать свой знаменитый курс «Теории мореходных качеств корабля», в котором проявил себя уже зрелым, самостоятельным ученым.

Но сам он все еще считал себя учеником. Он ходил в Петербургский университет на лекции известного математика П. Л. Чебышева и других ученых, изучал работы иностранных математиков и физиков.

В академии Крылов создал свою знаменитую теорию качки корабля и теорию непотопляемости судна, т. е. способности корабля сохранять мореходные качества при затоплении части помещений.

До Крылова этим вопросом занимался прославленный русский флотоводец С. О. Макаров. Он, в частности, предложил для спасения корабля, получившего повреждения, не выкачивать воду из затопленных отсеков, как это делалось прежде, а наоборот, затоплять неповрежденные отсеки так, чтобы ликвидировать крен. Крылов дал математическую теорию, на основании которой для каждого корабля можно было составить таблицу непотопляемости. Сейчас таблицы непотопляемости применяются на кораблях всех стран мира.

Крылов опубликовал свыше 500 трудов. До последних дней жизни Алексей Николаевич вел большую научную, преподавательскую и общественную работу. Труды А. Н. Крылова были высоко оценены в нашей стране. Его избрали академиком, правительство наградило его тремя орденами Ленина, он был Героем Социалистического Труда, лауреатом Государственной премии.

ЕВГЕНИЙ ОСКАРОВИЧ ПАТОН

(1870—1953)

Сыну русского консула в Ницце Евгению Патону прочили блестящую военную карьеру при царском дворе, но парадам и казармам он предпочитал математику и механику. Окончив Политехнический институт в Дрездене, он отказался от профессуры и решил учиться снова — в Петербургском институте инженеров путей сообщения.

За год Евгений Оскарович сдал все экзамены, защитил диплом и стал преподавать в Московском инженерном училище. Четыре тома «Железных мостов» принесли ему всероссийскую известность, Киевский политехнический предложил ему кафедру. Он строит путепровод в Москве, шоссейный мост через Куру в Тифлисе, легкий, сказочный мост в киевском парке.

Революцию Патон встретил недоверчиво: в Киеве одно «правительство» то и дело сменяло другое, и ни в одном не чувствовалось стремления к созиданию. Но вот пришли большевики. Не согласится ли профессор восстановить Цепной мост через Днепр? О, это ему по душе. Большевики собираются строить? Отлично! Этому он готов отдать все силы.

Евгений Оскарович продолжает свое дело с утроенной энергией. Но его мучает сомнение: за тридцать лет многое переменилось в мостостроении — способы расчета, методы монтажа. Не меняется только способ соединения конструкций — тяжелая и невыгодная клепка. Ее надо заменить. Чем? Сваркой, конечно. Но для этого нужны исследования и опыты.

И Евгений Оскарович решает переменить профессию — сделаться сварщиком. В маленькой лаборатории он испытывает сварные конструкции. Промышленность требует более широких исследований, и в начале 30-х гг. Патон становится во главе нового научного учреждения — Института электросварки Академии наук УССР. Девиз института: «Все — для производства».

В 1940 г. за разработку сварки под флюсом акад. Е. О. Патону присуждена Государственная премия. Правительство приглашает Патона в Москву руководить внедрением автоматической сварки во всей стране.

Война вынуждает институт перебраться на один из уральских заводов. Патоновцы сваривают танковую броню. В марте 1943 г. Патону присвоено звание Героя Социалистического Труда. Политбюро Центрального Комитета нашей партии принимает акад. Патона в члены ВКП(б).

С 1953 г. дело Патона продолжают его сыновья: Владимир — конструктор целой серии сварочных аппаратов—и Борис—ныне президент Украинской Академии наук. Руководимый Б. Е. Патоном Институт электросварки им. Е. О. Патона разрабатывает методы, помогающие создавать автомобили и тракторы, самолеты и трубы, доменные печи и космические корабли. Этот институт, детище Евгения Оскаровича Патона, стал местом «паломничества» сварщиков всего мира и образцом для всех научно-исследовательских организаций нашей страны.

Секрет успеха раскрыл сам Е. О. Патон: «Мы не закрывались в своих кабинетах, работали на заводах и вместе с ними ковали оружие победы. Тесное сотрудничество с заводами заставило нас действовать быстрее, энергичнее и гораздо инициативнее».

Это сказано о работе института во время Великой Отечественной войны. Это можно сказать и о нынешнем стиле работы института.

СЕРГЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ ЛЕБЕДЕВ

(1874—1934)

С начала XX в. каучук приобрел исключительную промышленную ценность. Он служил главным сырьем для изготовления резины, без которой не могли развиваться автомобильная промышленность, электротехника и другие отрасли промышленности. Но природного каучука в мире мало, к тому же его производство находится в руках империалистических государств.

В годы первой пятилетки перед молодой советской индустрией встала задача — во что бы то ни стало найти способ изготовления полноценного и дешевого синтетического каучука (СК), что очень долго не удавалось никому. Сложнейшую задачу получения искусственного каучука удалось разрешить С. В. Лебедеву.

Еще в 1908 г. Сергей Васильевич, за несколько лет до этого окончивший Петербургский университет, приступил к своим классическим исследованиям процессов полимеризации двуэтиленовых углеводородов.

Чрезвычайно важно было отыскать метод получения исходного соединения для изготовления СК. После длительных опытов Сергей Васильевич пришел к выводу, что для этих целей более всего подходит углеводород бутадиен, называемый также дивинилом.В 1910 г. ему впервые в мире удалось полимеризовать дивинил в синтетический каучук высокого качества.

Но в царской России это замечательное достижение не получило развития. Лишь после победы Великой Октябрьской революции Советское правительство создало выдающемуся химику все условия для плодотворной научной работы. В 1926—1928 гг. С. В. Лебедев вместе со своими сотрудниками разработал надежный и экономичный промышленный способ получения СК полимеризацией дивинила. Кроме того, он создал промышленные способы получения дивинила и резиновых изделий из СК. В рекордно короткие сроки было построено несколько заводов. Уже в 1933—1934 гг. они дали стране тысячи тонн драгоценного продукта.

Открытия С. В. Лебедева и возглавляемого им коллектива исследователей позволили нашей стране создать свою мощную промышленность СК и полностью отказаться от ввоза из-за границы дорогого природного каучука. С. В. Лебедев был избран академиком. За выдающиеся заслуги Советское правительство одним из первых наградило ученого орденом Ленина.

До последнего дня своей жизни выдающийся химик упорно работал над усовершенствованием производства СК, принимал активное участие в создании предприятий резиновой промышленности. Денежные премии за свои открытия он завещал вложить в строительство отечественной химической индустрии.

ФРИДРИХ АРТУРОВИЧ ЦАНДЕР

(1887—1933)

Доклад о космических ракетах удался и шел хорошо. Но докладчик все же очень волновался. В зале находился один необычный слушатель. Он так заинтересованно слушал, как никто другой. Ленин!..

Фридрих Артурович Цандер знал, как загружен Владимир Ильич государственными делами. И вот Ленин все-таки слушает его доклад! Безмерно счастливый, Цандер вдохновенно и просто излагает идеи создания космического корабля...

Цандеру было 16 лет, когда он познакомился с «Исследованием мировых пространств реактивными приборами» К. Э. Циолковского. И с той поры ни на один день не отступает мечта о покорении космоса. В 1909 г. Цандер, студент Высшего политехникума, всей душой отдается организации студенческого общества воздухоплавания и техники полета.

Мечтатель?.. Фантаст?.. Нет! Практик, созидатель. Он узнает от Циолковского о возможности выращивания овощей в «космической оранжерее». И создает ее в земных условиях: цветочные горшки он наполняет толченым углем и выращивает в них капусту, горох. Будет чем питаться людям в пути на другие планеты! Фридрих Артурович — один из организаторов первого в мире «Общества изучения межпланетных сообщений». Он разрабатывает способ улавливания солнечных лучей гигантскими зеркалами и передачи их энергии космическим кораблям. Проектирует, как после прохождения крылатым самолетом-ракетой земной атмосферы сжечь ставшие бесполезными крылья и использовать эту энергию.

Фридрих Артурович в трудные годы борьбы за победу социализма в нашей стране самоотверженно отдавал свои знания и силы созданию советской космонавтики. Он один из создателей и активнейший участник «Группы по изучению реактивного движения и ракетного летания» в Москве. Ее сокращенно называли ГИРД. Именно гирдовцы создали первую ракету и запустили ее в 1933 г. Но Цандеру не довелось увидеть, как она стартовала. Фридрих Артурович скончался за несколько месяцев до этого.

Спустя 26 лет после смерти Ф. А. Цандера, в 1959 г., советская межпланетная станция облетела Луну и раскрыла тайну обратной стороны земного спутника. Расчет траектории облета Луны был в 1957 г. разработан В. А. Егоровым. Этот расчет во многом совпал с расчетами Цандера, выполненными еще в 1924 г.

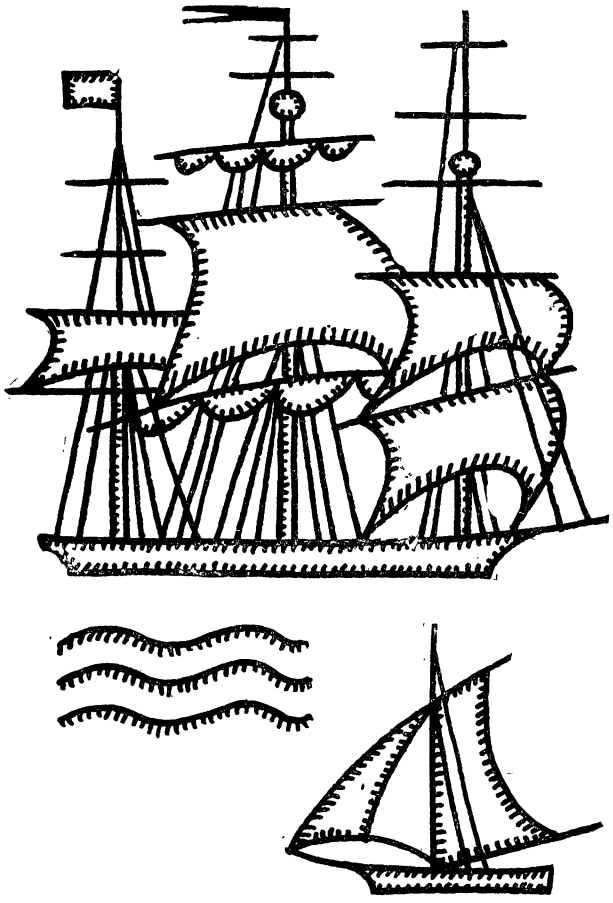
А теперь вернемся к событиям исторического дня 1920 г., когда В. И. Ленин слушал сообщение Фридриха Артуровича.

Когда Цандер закончил доклад, В. И. Ленин подошел к нему.

— А вы полетите первым? — спросил Владимир Ильич.

Фридрих Артурович серьезно посмотрел прямо в ленинские вопрошающие глаза и уверенно наклонил голову. Ленин улыбнулся и крепко пожал руку Цандера.

■



ЮНЫМ ЛЮБИТЕЛЯМ ТЕХНИКИ

КАК СТРОЯТ МОДЕЛИ

Какими правилами руководствоваться при конструировании и постройке моделей? Точного рецепта, как поступать в каждом отдельном случае, дать, конечно, невозможно. Поэтому мы расскажем здесь только о главных правилах, об основах моделирования.

Построить хорошую, да еще к тому же сложную модель одному трудно. Гораздо интереснее работать сообща, лучше всего в техническом кружке.

Только не ждите, пока кто-то организует за вас кружок, все приготовит, все достанет, а вам останется лишь приходить на занятия и работать. Прежде всего постарайтесь заинтересовать моделизмом своих товарищей. Если наберется пять-шесть человек, желающих строить модели, уже можно организовать кружок. Хорошо найти для такого кружка консультанта— мастера, техника, инженера — и попросить его приходить иногда на занятия, чтобы помочь разобраться в трудных вопросах, проверить, правильно ли вы работаете.

Если кружок создать не удастся, постарайтесь привлечь к работе над моделью (или несколькими одинаковыми моделями, если они несложны) одного-двух своих товарищей. Тогда дело пойдет быстрее и лучше!

Знакомство с описанием

Прежде чем приступить к работе над моделью, нужно внимательно прочесть описание и ознакомиться с чертежами так, чтобы все стало ясно и понятно. Если

вам попадутся непонятные места, не пропускайте их, надеясь разобраться потом, в процессе работы. В таких случаях посмотрите различные книги и статьи.

При всех затруднениях обращайтесь к знающим людям, к старшим товарищам, к преподавателю физики, машиноведения, электротехники, к специалистам. Советы и разъяснения вы всегда можете получить в Доме пионеров, на станции юных техников, в клубе ДОСААФ. Областные станции и клубы ДОСААФ дают и письменную консультацию.

Подбор деталей и материалов

Подробно ознакомившись с описанием, приступайте к подбору нужных материалов.

Часто под руками нет нужного материала. Скажем, у вас не оказалось алюминия для шасси радиоприемника. Но зато есть стальной лист. Заменит ли он алюминий? Радиолюбители ответят утвердительно. Но вы можете этого не знать. Ведь не все материалы взаимозаменяемы. Так, при изготовлении корпуса фотоувеличителя нельзя фанеру заменять жестью. Жестяной корпус будет слишком сильно нагреваться, пользоваться таким увеличителем неудобно. Здесь мы еще раз рекомендуем посоветоваться с опытными товарищами.

Для постройки некоторых моделей — летающих, плавающих — есть готовые наборы материалов, а также специальные двигатели, которые выпускает промышленность. Их можно приобрести в магазине культтоваров или выписать по почте через посылторг.

Ваша мастерская

В зависимости от того, где придется работать — дома или в школе,—подберите нужных размеров рабочий стол. Он должен быть крепким, устойчивым. Ведь на нем придется столярничать, обрабатывать металлы, паять и т. п.

Такой стол можно сделать и самому (см. стр. 520).

Кроме стола, нужны еще простенький шкафчик из фанеры (см. стр. 520) и две-три открытые полки. Шкаф и полки укрепите на стене у рабочего стола. На полках шкафчика, а также на внутренних сторонах дверец разместите инструменты, коробки и банки с болтиками, гайками и т. п. Здесь же можно хранить бутылки и пузырьки с клеями, красками, растворителями. Полки предназначены в основном для хранения инструментов.

Понадобится и табурет: многие работы удобнее делать сидя. Высота стола и табурета зависит от вашего роста. Существует такое правило: губки слесарных тисков должны быть на уровне локтя работающего. Высоту табурета подберите сами, как вам удобнее.

К рабочему столу необходимо подвести электричество. Лучше всего, если у вас будет свой электрощиток (см. стр. 521).

После работы тщательно убирайте стружки, опилки, ненужные обрезки дерева и металла. Если работаете с красками или клеями, подстилайте на пол и на стол старые газеты.

С особым вниманием отнеситесь к подбору необходимого инструмента. Тот, кто пользуется неподходящим инструментом, никогда не усвоит правильных приемов работы, не станет хорошим мастером.

Никогда не завинчивайте и не отвинчивайте шурупы ножом. Делайте это только отверткой. А если понадобится острогать дощечку, нож тоже не годится. Тут нужен рубанок. Хороший инструмент и правильное его использование — половина успеха в моделировании.

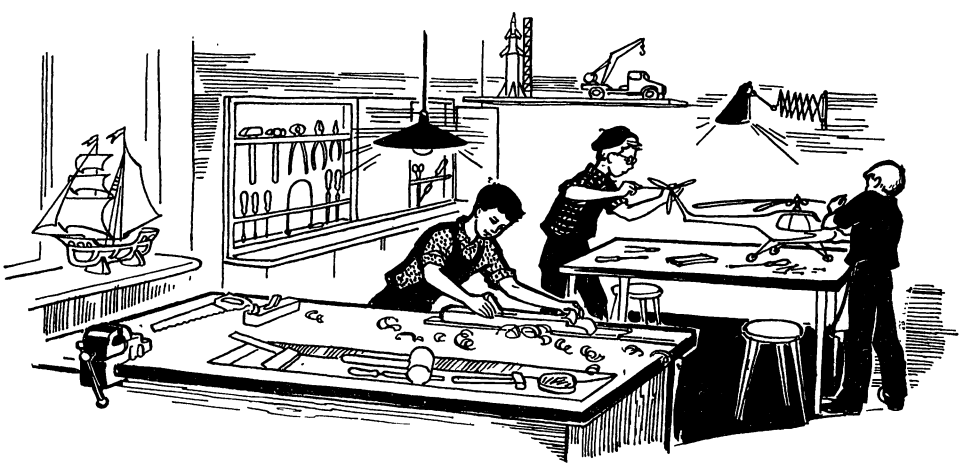
Самые первые необходимые инструменты — это к а р а н д а ш и ч е р т е ж н а я б у м а г а! Без них — ни шагу. Именно с них и начинается работа над любой моделью.

Затем идут м е р и т е л ь н ы е и н с т р у м е н т ы: металлическая линейка длиной в 200 или 300 *мм*, угольник, циркуль и метр или рулетка.

Мерительный и разметочный инструмент имеет большое значение. От правильной разметки и нанесения размеров на деталь зависит в дальнейшем не только успешная сборка модели, но и ее работа. Как досадно, когда вдруг выясняется, что отверстия не совпадают или рамка с негативом не входит в пазы увеличителя.

Далее следуют о б р а б а т ы в а ю щ и е и н с т р у м е н т ы и приспособления. Необходимое приспособление — настольные тиски. Без них нет мастерской. Обрабатывать детали в руках или на краю стола — значит испортить и деталь, и стол. Другое нужное приспособление — ручная дрель. Имея набор разных сверл, можно браться за многие работы.

Кроме обычного своего применения, дрель может служить и намоточным станочком. Для этого ее укрепляют в тисках, а в патрон зажимают болванку, на которой устанавливается каркас катушки.



Очень интересное приспособление — всем знакомый лобзик. Возможностей его многие просто не знают. С помощью лобзика и разных пилок можно не только пилить фанеру, но и 2-миллиметровую сталь, металлические прутки до 10 *мм* в диаметре. При умелом обращении лобзик и набор пилок для дерева и металла могут во многих случаях заменить ножовку и ножницы по металлу.

Еще обязательно надо иметь слесарный молоток, ручную ножовку по дереву (лобзиком толстые доски не перепилить), рашпиль для зачистки деревянных

изделий, ножницы для картона и бумаги, плоские напильники (драчевый и личной), отвертки (большую и малую), плоскогубцы, перочинный нож, стамеску, брусок для точки инструмента, рубанок, электрический паяльник, наждачную и стеклянную бумагу и, наконец, несколько кисточек (для клея, краски и лака).

Как видите, список инструментов не такой большой. Но при всякой возможности вы должны пополнять их запас. Здесь необходим определенный порядок. Если, например, вы увлекаетесь столярными самоделками, прежде всего надо стремиться приобрести несколько стамесок, киянку (деревянный молоток), струбцинки и т. д. А если вы увлеклись радиолюбительством, то вам понадобятся кусачки, пинцет, круглогубцы.

Настоятельно советуем всем, независимо от рода работы, приобрести метчики и плашки для нарезания метрической резьбы, хотя бы нескольких ходовых размеров — 3, 4 и 6 *мм*. Имея их в своей мастерской, вы сможете не только браться за наиболее сложные самоделки, но и приступить к созданию собственных конструкций. А это в конечном счете самое интересное в техническом моделировании.

«Игра в кубики»

Когда все материалы и детали подобраны, а необходимый инструмент ждет только ваших рук, наступает самая интересная часть работы — «игра в кубики». Так инженеры и конструкторы называют поиски наилучшего варианта размещения всех узлов и деталей будущей конструкции.

Опыт технического моделирования говорит, что скопировать и изготовить модель точно по описанию удается только в исключительных случаях. И в самом деле, представьте себе, что в описании рекомендовано использовать готовый трансформатор. Вы нашли подходящий по электрическим показателям, а вот размеры или способ крепления к панели у него не те, которые приводятся в описании. Что делать? Искать другой трансформатор? Конечно же, нет! Надо самому разметить отверстия и придумать свой способ крепления трансформатора. Значит, те размеры, которые указаны в описании, уже не будут выдержаны. И хорошо, если такая замена ограничится только иным расположением винтов. А если размеры трансформатора настолько велики, что он будет мешать другим деталям? Отказаться от постройки модели? Вот тут-то и помогает «игра в кубики».

Вычертив на бумаге в натуральную величину план модели (панель, часть судна и т. п.), установите все детали и узлы так, чтобы их расположение хотя бы приблизительно напоминало рекомендованное в описании.

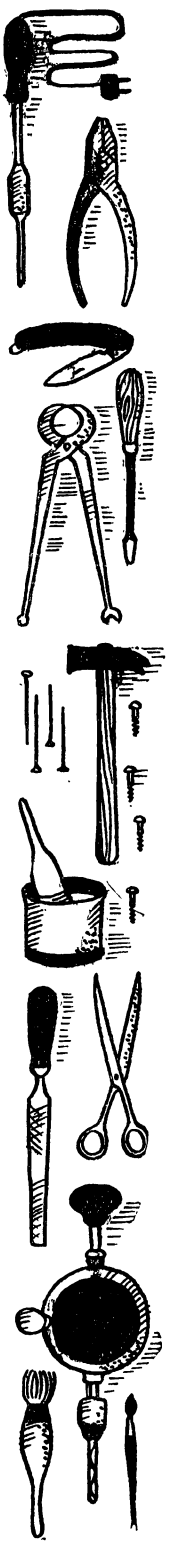
Пробуйте изменять взаиморасположение отдельных деталей, все время думая о том, как и чем вы будете их прикреплять, удобно ли вам будет завертывать винты и гайки, припаивать провода, удобный ли будет доступ к ручкам управления и т. п.

Так поступают в том случае, когда модель делается по готовому описанию. Если же вы хотите создать свою оригинальную конструкцию, то «игра» начинается еще раньше — на бумаге. Сначала эскизно, от руки, а потом более точно подберите внешние размеры модели, а также внутреннее расположение деталей. При этом всегда надо руководствоваться размерами уже имеющихся у вас деталей и узлов.

Для такого бумажного «конструктора» необходима миллиметровая бумага. На одной ее стороне нанесена цветная сетка с расстоянием между соседними линиями в 1 *мм*. На этой бумаге очень легко и быстро можно изобразить в натуральную величину или в масштабе любой узел.

При работе над моделью, прибором или аппаратом вам придется часто обращаться к принципиальной схеме, сборочному чертежу, помещенным в книге.

Чтобы сберечь книгу, лучше снять копии со всех схем и чертежей, которые вам понадобятся во время работы, или хотя бы составить эскизы. Правда, на это уйдет некоторое время, но зато и книга останется чистой и целой, и вы лучше овладеете «языком техники».



Испытайте модели

Никогда не ограничивайтесь тем, что построенная вами модель движется, действует. Постарайтесь определить ее качества: скорость, мощность двигателя и другие технические показатели. Для этого модель должна пройти некоторые испытания. (О том, как их проводить, рассказывается в пособиях для моделистов.)

А затем наступит время соревнований! Их проводят по строго определенной, обязательной для всех системе. Прежде всего соревноваться могут только модели одного класса. Модели судов, например, делятся на 13 классов. Они различаются размерами, определенной дальностью плавания, типом двигателя и т. п. Сходные классификации предусмотрены и для других движущихся моделей — самолетов, автомобилей, тепловозов.

ДЛЯ ВАШЕЙ МАСТЕРСКОЙ

Рабочий стол

Для изготовления рабочего стола понадобятся толстые деревянные доски и бруски (рис. 1).

Внизу, на нижней обвязке стола, сделайте из фанеры большую полку (она похожа на ящик с наклонными боковыми стенками). На такой вместительной полке удобно хранить листы фанеры, пластмассы, жести, латуни и алюминия, трубки разных диаметров, проволоку и т. д.

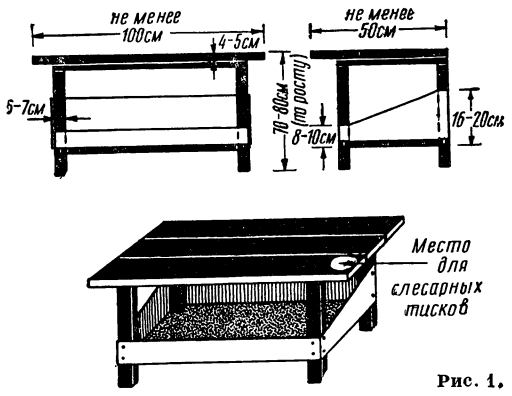
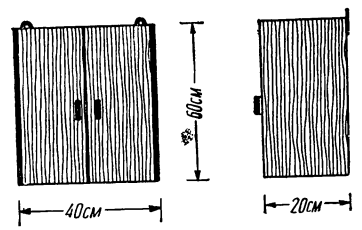


Рис. 1. Рабочий стол



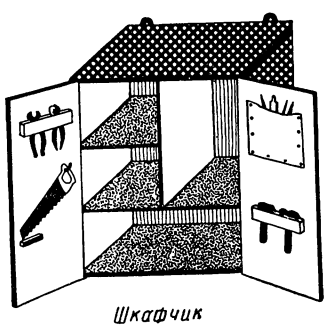


Рис. 2. Шкафчик

Если шкафчик (рис. 2) почему-либо нельзя укрепить на стене над рабочим столом, измените конструкцию стола. Теперь он станет совсем «самостоятельным». Кроме того, при новой конструкции отпадает необходимость в отдельных полках. Их делают, используя каркас из брусков и фанеры, сзади стола.

Настольный верстак

Из обрезков досок сделайте прямоугольник и два треугольника, причем один из них с вырезом. Прямоугольник и треугольник без выреза прибейте к толстой широкой доске так, как это показано на рисунке 3. Затем изготовьте упорный штырь — стержень с четырехгранной головкой и насечкой с одной стороны—и выдолбите в доске стамеской отверстия для этого штыря. Настольный верстак готов.

Если обрабатываемое изделие короткое, то закрепляйте его одним треугольником с вырезом, а если длинное — то упорным штырем и деревянным клином.

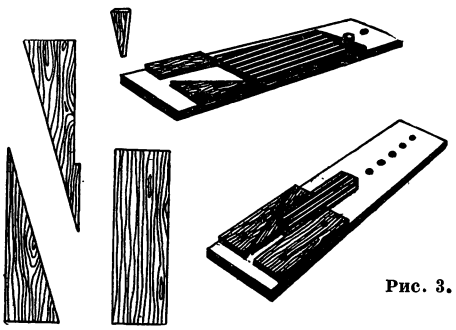


Рис. 3.

Раздвижной держатель для лампы

Чтобы при работе было удобно пользоваться лампой, необходим раздвижной держатель (рис. 4).

Из тонкого железа или латуни вырежьте 12 пластин размером 110×13 и две — 60×13 *мм* и просверлите в каждой 3 отверстия по диаметру заклепок (можно взять из набора «Конструктор» 12 пластин с девятью отверстиями и 2 — с пятью). Склепайте пластины, как показано на рисунке. Заклепки не затягивайте туго — гармошка должна легко раздвигаться.

В шейке цоколя патрона сделайте ножовкой паз, вставьте в него железный или латунный кружок диаметром 45 *мм* с отверстием посредине и спаяйте. Кружок приверните болтом к свободным концам коротких пластин. В среднее отверстие одной из них вставьте болт, наденьте на него шайбу и наверните клеммную головку — это позволит закреплять патрон в нужном положении.

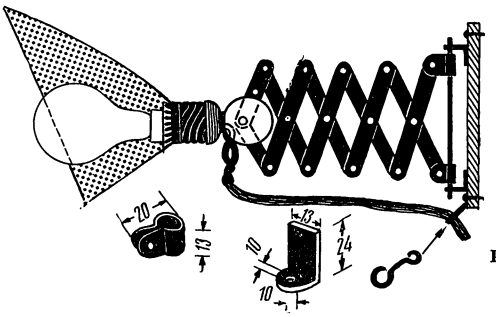


Рис. 4.

Кем будет этот юный техник: строителем, механиком? А может быть, космонавтом или физиком-экспериментатором?..

На обороте: в технической мастерской Московского Дворца пионеров.

Затем сделайте два хомутика и приклепайте их к свободным концам длинных пластин. К деревянной дощечке размером 150×50 *мм* прикрепите два угольника с отверстиями для оси на таком расстоянии друг от друга, чтобы сложенная гармошка свободно проходила между ними. Проденьте ось через хомутики и отверстия угольников и плотно закрепите на ней нижний хомутик. Для этого сделайте на оси напильником канавку и вдавите в нее хомутик. Верхний же хомутик должен свободно скользить по оси.

Для поддержки провода укрепите на доске петлю из проволоки. Рефлектор сделайте из белой жести или алюминия, наденьте его под кольцо патрона. Укрепите доску на стене — и держатель готов.

Электрощиток

Для панели электрощитка подберите лист хорошего электроизоляционного материала: мрамора, эбонита, гетинакса, сухого дерева, папье-маше и т. п. (дерево и папье-маше предварительно проварите в кипящем парафине).

На готовой панели смонтируйте входные клеммы, две автоматические пробки (или обычные) на 6 или 10 *а* и две штепсельные розетки. Их примерное расположение показано на рисунке 5.

Имея такой щиток, вы обезопасите комнату от печальных последствий возможных коротких замыканий.

При выбивании автоматической пробки (или перегорании волоска у обычной) прежде всего отключите неисправный прибор или модель, а затем включите (нажав кнопку) пробку или замените на новую, если она обычная. При установке электрического щитка у рабочего стола следите за тем, чтобы между проводами и стеной комнаты (или заднего щита у стола) был достаточный зазор (не менее 10—15 *см*).

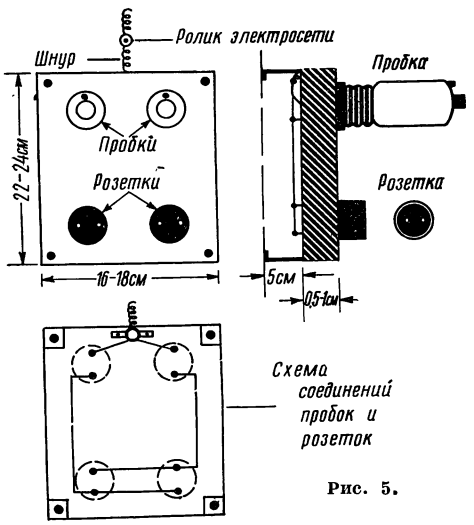


Рис. 5.

Пульверизатор

Для изготовления пульверизатора (рис. 6) потребуются: листовая жесть или латунь, стальной пруток диаметром 4—5 *мм* и длиной 240 *мм*, чурка липы или березы, а также небольшие обрезки кожи.

Корпус насоса сверните из жести или латуни внахлест на 50-миллиметровой деревянной болванке и тщательно пропаяйте по шву. Поршень насоса вы составите из двух железных шайб и кожаного кружочка. Укрепите их (не совсем плотно) на стальном прутке — штоке поршня — при помощи гаек. Для этого на прутке надо нарезать резьбу. Чтобы шток с поршнем при работе не перекашивался, в одном из концов корпуса насоса установите вырезанную из дерева бобышку с отверстием посредине для штока. Бобышка крепится к корпусу тремя шурупами. Перед тем как вставлять поршень в корпус насоса, кожаный кружочек размягчите в кипятке. Кожа разбухнет и легко загнется по окружности шайбы.

В корпусе насоса, отступя 20 *мм* от края (со стороны бобышки), просверлите отверстие для воздуха диаметром 4—5 *мм*.

Теперь, когда насос готов, надо подумать о распылителе краски. Он состоит из двух трубок: воздушной и подающей краску. Обе трубки имеют одинаковый

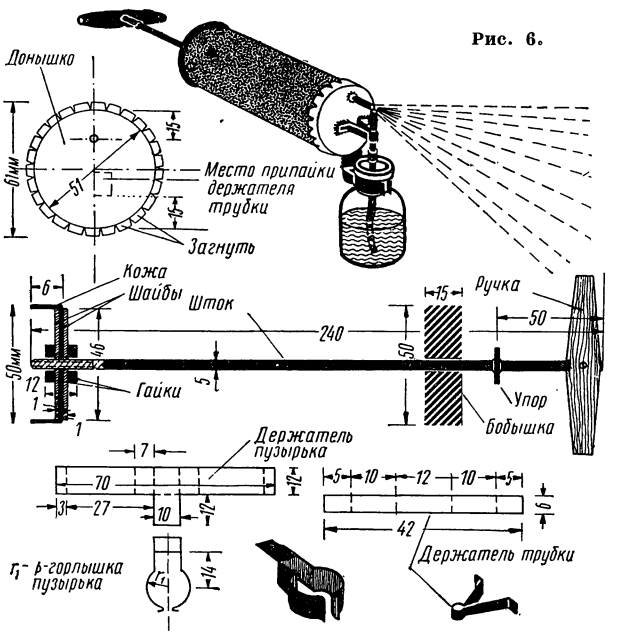


Рис. 6.

внутренний диаметр — 3 *мм*. Длина воздушной трубки 14 *мм*, а подающей краску — 25 *мм*. Нужные отрезки трубок отпилите от готовой латунной или медной трубочки. Можно их и спаять из жести. Держатели для трубки, подающей краску, и для пузырька изготовьте из жести или латуни.

Распылитель краски собирается на жестяном или латунном круглом донышке. По окружности донышка вырежьте 5-миллиметровые язычки, необходимые для припайки к корпусу насоса. Чтобы во время работы пузырек не выскочил, концы держателя стягивают резиновым кольцом или обвязывают проволокой.

Для опробования пульверизатора налейте в пузырек воды и вставьте его в держатель, следя за тем, чтобы резиновая трубочка вошла в пузырек. Затем направьте пульверизатор на газетный лист.

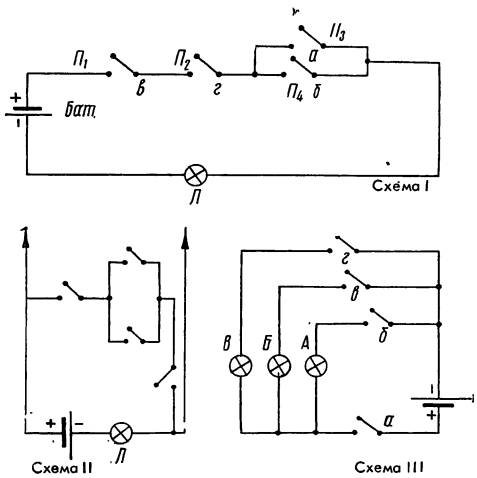
Поднимая или опуская трубку, можно получать то мелкие, то крупные брызги. После работы с красками трубки нужно обязательно промывать растворителем.

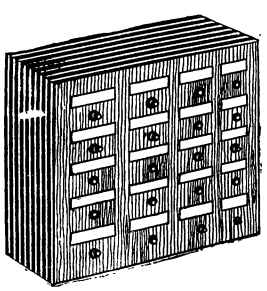
СВОИМИ РУКАМИ

Кибернетический советчик

Обычно думают, что кибернетическое устройство — это сложный электронный аппарат, где множество радиоламп и полупроводников, хитросплетение проводов, всевозможные реле и тысячи других деталей. Но это не совсем так. Есть очень простые кибернетические схемы, доступные для самодеятельного изготовления. Один из таких приборов — «Помощник тракториста»— был создан в Сибирском филиале Всесоюзного научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства.

Весь прибор имеет всего 4 батарейки для карманного фонаря и несколько десятков лампочек и переключателей. С его помощью можно быстро и легко установить любую неисправность в гидросистеме трактора. Эта схема годится и для программирования других аналогичных случаев, например для обнаружения неисправностей в двигателе автомашины и т. п.





Всякая неисправность имеет свои характерные приметы. Одни из них присущи только одной какой-нибудь поломке, а другие сразу нескольким— именно это и затрудняет отыскание неисправности и порой ставит в тупик даже опытного механика.

Постепенно и последовательно перебирая все признаки, сопутствующие дефекту, и отбрасывая неподходящие, можно прийти к одному, единственному решению. Иначе говоря, отвечая на вопрос, имеется ли данный признак, мы должны сказать: «да» или «нет» — либо выбрать: «или—или». А это, в сущности, и есть основной принцип работы кибернетического устройства.

Предположим, что вышел из строя клапан маслопровода высокого давления в гидросистеме трактора (обозначим эту неисправность буквой **А**). Поднятое навесное орудие не опускается (**а**), а опущенное — не поднимается (**б**). Ручка, от положения которой зависит подъем или спуск, преждевременно возвращается в нейтральное положение (**в**). А когда тракторист пытается силой удержать ручку, срабатывает предохранительный клапан (**г**).

Итак, мы имеем неисправность **А** и несколько характерных для нее признаков: **а**, **б**, **в** и **г**. Теперь взгляните на схему I. Чтобы загорелась лампочка **Л** и осветила стеклянное окошечко с надписью (в данном случае «неисправен клапан маслопровода»), необходимо замкнуть электрическую цепь: батарейка—лампочка. Включаем переключатель $П_1$ (признак **в**). Однако цепь по-прежнему остается разомкнутой. Включаем $П_2$ (признак **г**). И этого недостаточно. Тогда включаем $П_3$ (признак **а**) или $П_4$ (признак **б**). Теперь цепь замкнута и лампочка зажглась.

Производя все эти операции, мы, по сути дела, и отвечаем: «да — нет» и «или—или».

Пользуясь этим принципом, составляют схемы на другие неисправности. Сначала делают черновые наброски схем для каждой поломки в отдельности, а уж затем упрощают все устройство, объединяя цепи, где это возможно. Ведь одна батарейка может работать сразу на несколько цепей (схема II).

Может случиться и так, что некоторые признаки будут характерны для нескольких дефектов. Например, двигатель автомашины работает на малых оборотах с перебоями (признак **а**). Эта примета характерна для нескольких неисправностей: засорен жиклер холостого хода (**А**), неисправна свеча (**Б**), изменился зазор в прерывателе зажигания (**В**) и т. д. Определить неисправность позволяют другие признаки. Если, скажем, при увеличении оборотов двигателя перебои пропадают (признак **б**), то, скорее всего, засорен жиклер холостого хода. Если же перебои не исчезают, то нужно искать другие признаки. Например, перебои равномерные (признак **в**) — неисправна свеча (**Б**). В случае хаотических, беспорядочных перебоев (признак **г**) нужно проверить зазор в прерывателе зажигания (**В**).

Обратите внимание на то, что в некоторых случаях можно обойтись одним переключателем. В самом деле, «перебои исчезают при увеличении оборотов» — это «да», переключатель включают. Если же «перебои не пропадают» — это «нет», переключатель просто не включают (схема III).

Схемы составляют с помощью учебных пособий, инструкций и т. п., где обычно указываются главные неисправности и их признаки.

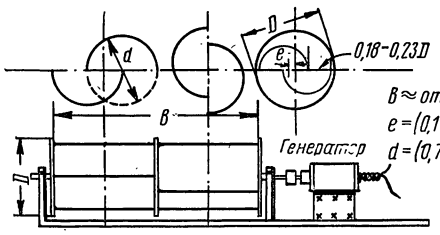
Готовую общую схему смонтируйте в фанерном ящике. На лицевой панели прорежьте окошечки (по числу неисправностей) и закройте их стеклянными пластинками. На них нужно сделать четкие надписи. Под этими окнами укрепите лампочки. На панели установите и переключатели признаков (тоже с надписями). Кибернетический советчик готов к работе.

Гирляндная ГЭС

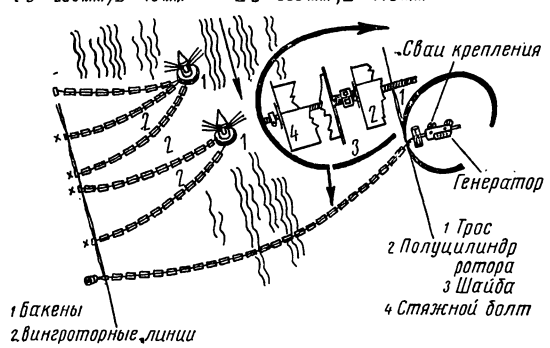
Для того чтобы построить гидроэлектростанцию, совсем не обязательна плотина. Да и воду незачем поднимать. Достаточно опустить вингротор в речку или ручеек — и течение начнет крутить его. Вингротор (в переводе с английского — «вращающееся крыло»)— это два смещенных относительно друг друга полуцилиндра. Он обладает рядом свойств крыла самолета,

в частности на его поверхностях при набегании потока создается разность давления, заставляющая его вращаться. Вингротор в свою очередь вращает маленький генератор (велосипедный, автомобильный и т. п.), который и вырабатывает электрический ток.

Правда, мощность такой гидростанции с одним вингротором небольшая. Ее хватает только для того, чтобы зажечь одну-две лампочки карманного фонаря. Но вот изобретатель инженер Б. С. Блинов укрепил на стальном тросе много одинаковых вингроторов. И вращаться стал уже весь трос. Мощность таких гирляндных ГЭС измеряется уже сотнями и тысячами ватт. А стоимость электростанции, считая генератор, кровельное железо



I B=250мм; D=70мм II B=500мм; D=170мм



(или жесть от негодных банок) и трос, невелика. Причем вращение вингроторной гирлянды можно использовать и непосредственно как механический привод (для парома, насоса и т. п.).

На рисунках мы приводим не только размеры каждого вингротора в отдельности, но и варианты расположения гирлянд относительно течения воды.

Вингроторы секционированы по длине. Вторая секция повернута относительно другой на 90° и отделена сплошной круглой шайбой. Отдельные части вингротора соединяют между собой при помощи пайки. К тросу вингроторы крепятся стяжными болтиками либо припаиваются. Стальной трос одним концом заделывают в шариковый подшипник, а другим соединяют с редуктором или осью генератора.

Вингроторы могут работать в любом положении круглый год. Но вдоль течения наклон оси вингротора (или троса с гирляндой) не должен превышать 50° от вертикального или горизонтального положения.

Для работы вингротора достаточно ручейка в полметра шириной и глубиной в 4—5 *см*. Важно лишь, чтобы скорость течения была не меньше 1 *м/сек*. В этом случае один вингротор (B=250 *мм*, D=70 *мм*) с генератором даст около 4 *вт*. Два вингротора— почти 8 *вт*, а если скорость потока будет 2 *м/сек*, то мощность одного вингротора будет уже около 30 *вт* (мощность растет пропорционально кубу скорости течения воды).

Комнатная тепличка-инкубатор с автоматической регулировкой подогрева

Тепличка состоит из фанерного корпуса, ящика с песком для растений (или яиц), противня для воды, двух 25- или 40-ваттных электроламп для подогрева и теплового реле, регулирующего температуру.

Корпус теплички сделайте из деревянных брусков и кусков фанеры (все размеры корпуса и других частей теплички указаны на рисунке). Ящик для растений сколотите из тонких досок. В дне его просверлите отверстия диаметром 8—10 *мм* для стока воды. Противень согните из жести или другого тонкого листового металла. На дне корпуса установите два кронштейна и укрепите на них патроны для ламп. Они должны быть установлены в горизонтальном положении, чтобы противень не задевал ламп.

Тепловое реле состоит из биметаллической и контактной пластинок, угольников, к которым прикрепляются пластинки, и подставки из электроизоляционного материала. Основную деталь теплового реле — биметаллическую пластинку — вырежьте из биметаллического листа заводского изготовления. Можно ее сделать и самому из двух металлических полосок одинакового размера: одна из них должна быть железной, другая — из цинка или алюминия. Если возьмете железную и цинковую полоски, то их следует спаять, если железную и алюминиевую — склепать (железными или алюминиевыми заклепками).

Контакт можно использовать от какого-нибудь сломанного реле, но лучше сделать его из серебра (например, из кусочка старинной серебряной монеты). Такие контакты мало окисляются и не спекаются между собой. Вклепывайте контакт так, чтобы рабочая его часть пришлась со стороны цинковой или алюминиевой полоски. Контактную пластинку (тех же размеров, что и биметаллическая) вырежьте из латуни толщиной 0,5—1 *мм*. Она должна плотно прижиматься к регулировочному винту реле. Это достигается при помощи пружинки, которую нужно сделать из тонкой стальной полоски.

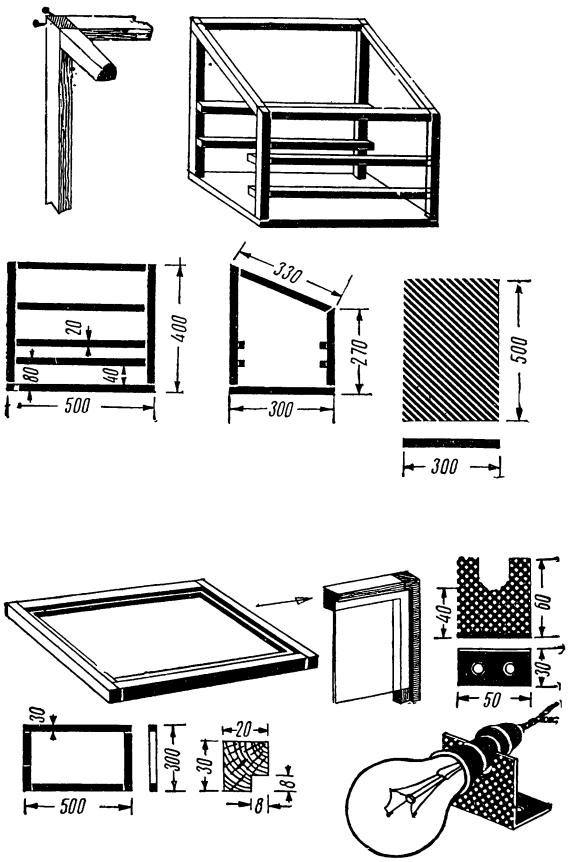
Пластинки для угольников вырежьте из 2-миллиметрового железа или латуни и просверлите в них отверстия. В большом угольнике — в отверстии для регулировочного винта — нарежьте резьбу. Можно также высверлить в нем отверстие и снаружи припаять гайку. Регулировочный винт (или гайку) подберите под резьбу, которая сделана в угольнике. Длина резьбовой части винта должна быть не меньше 15 *мм*. Кончик винта закруглите напильником и отшлифуйте шкуркой.

Подставку для реле сделайте из электроизоляционного материала (эбонита, гетинакса, сухого дерева и т. п.). По краям подставки (отступая 5 *мм*) просверлите четыре отверстия для шурупов, которыми реле будет прикрепляться изнутри к стенке корпуса теплицы.

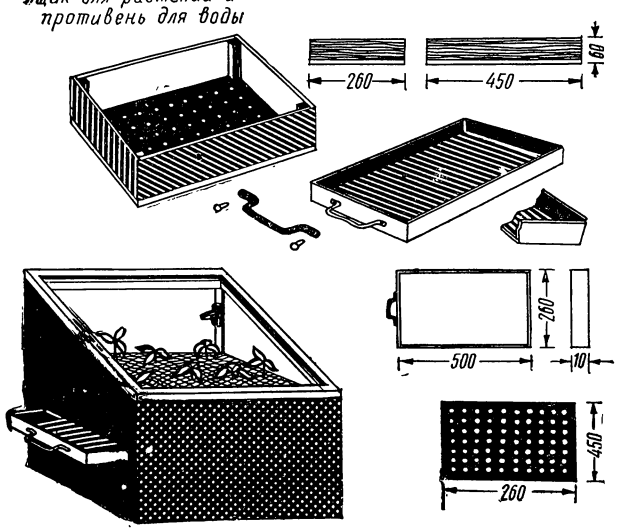
После изготовления всех деталей приступайте к сборке реле. Сначала на угольниках 3-миллиметровыми винтами укрепите биметаллическую и контактную пластинки. Затем привинтите угольники к подставке, следя за тем, чтобы ни угольники, ни пластинки нигде не соприкасались между собой. После этого ввинтите регулировочный винт так, чтобы контакты пластинок слегка прижались друг к другу. Если они не соприкасаются или, наоборот, слишком плотно прижаты, отрегулируйте их, отгибая или пригибая биметаллическую пластинку.

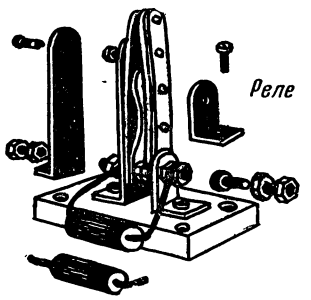
Параллельно реле нужно подключить слюдяной или бумажный конденсатор емкостью 0,08—0,1 микро-

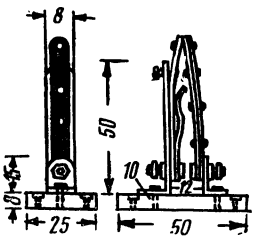
Корпус тепличка - инкубатора

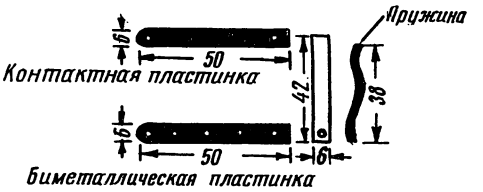


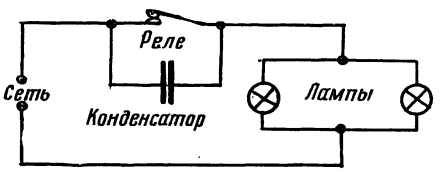
Ящик для растений и противень для воды











фарады (см. схему). Приобрести его можно в любом радиомагазине. Рабочее напряжение конденсатора должно быть не меньше 200 *в* при напряжении в сети 120 *в* и 300—400 *в* — при напряжении в сети 220 *в*. Конденсатор необходим для того, чтобы гасить искрение контактов реле.

Реле укрепите внутри теплицы в верхнем ее углу (безразлично, в каком), ближе к задней стенке. Лампы соедините параллельно при помощи двух проводов. Для монтажа можно использовать любой провод, лишь бы он был с хорошей изоляцией. Лучше всего для этой цели подходит электрошнур, употребляемый для комнатной проводки.

Ящик для растений заполните песком до того, как его поставите в корпус. Сначала на дно ящика уложите мелкие камни, битый кирпич, гравий или древесный уголь. Делайте это так, чтобы прикрыть отверстия для стока воды. Поверх этого слоя насыпьте слой крупнозернистого чисто промытого и прокаленного речного песка.

В песок, ближе к задней стенке ящика, в наклонном положении втыкают обычный термометр, по которому будете следить за температурой в тепличке.

Если тепличка будет использована как инкубатор, то в ящик положите слой ваты, на котором и разместите яйца.

Когда все будет собрано и установлено на место, производят опробование теплички. Закройте стеклянную крышку и включите электролампы в сеть. Если лампы не загорятся, проверьте реле. Возможно, что его контакты не соприкасаются. Незначительного поворота регулировочного винта будет достаточно, чтобы лампы загорелись. Через некоторое время реле сработает и отключит лампы примерно при температуре 18—20°.

Для установки реле на более высокую температуру отключите лампы от сети, поднимите крышку и немного вверните регулировочный винт. Потом снова включите лампы. Это повторяют до тех пор, пока реле не будет отключаться при нужной температуре. Например, при использовании теплички в качестве инкубатора в ней поддерживается постоянная температура 37—38°.

Когда реле отрегулировано, налейте в противень теплой воды до половины. Затем обильно смочите водой песок в ящике и установите тепличку на какой-нибудь подставке у окна.

Уход за работающей тепличкой очень прост, нужно регулярно следить за уровнем воды в противне, доливая ее по мере испарения (один-два раза в неделю), и чистить контакты реле мелкой шкуркой, не забывая, конечно, перед этим отключить тепличку от сети.

Радиоприемник-малютка

Этот радиоприемник действительно очень мал. И сделать его таким позволяют полупроводники (транзисторы) и малогабаритные детали. Все детали приемника покупные, за исключением катушек магнитной антенны и пластмассового футляра. Их нужно сделать самому.

Монтаж лучше всего вести на панели из гетинакса, органического стекла, плотного картона, папье-маше или другого электроизоляционного материала.

Сначала укрепите на панели два оголенных медных провода-шинки диаметром 2—3 *мм*. Одна из шинок будет минусовым основанием схемы, другая — плюсовым. Между ними и ведите монтаж.

При пайке будьте особенно осторожны с полупроводниками. Они боятся перегрева. Поэтому паяйте быстро и, кроме того, придерживайте пинцетом выводные концы транзисторов у их основания.

В приемнике использован громкоговоритель типа ДЭМ-4. В крайнем случае можно воспользоваться телефоном от слухового аппарата.

Если в вашем районе больше радиостанций, работающих в диапазоне длинных волн, то катушка L_1 должна иметь примерно 260 витков, а катушка L_2 — 18 витков. Наматывают их рядом на ферритовом стержне диаметром 8 и длиной 100 *мм* проводом ПЭЛ или ПЭЛШО 0,1—0,15.

Для работы приемника в диапазоне средних волн катушка L_1 должна иметь 85 витков, а L_2 —10 витков того же провода.

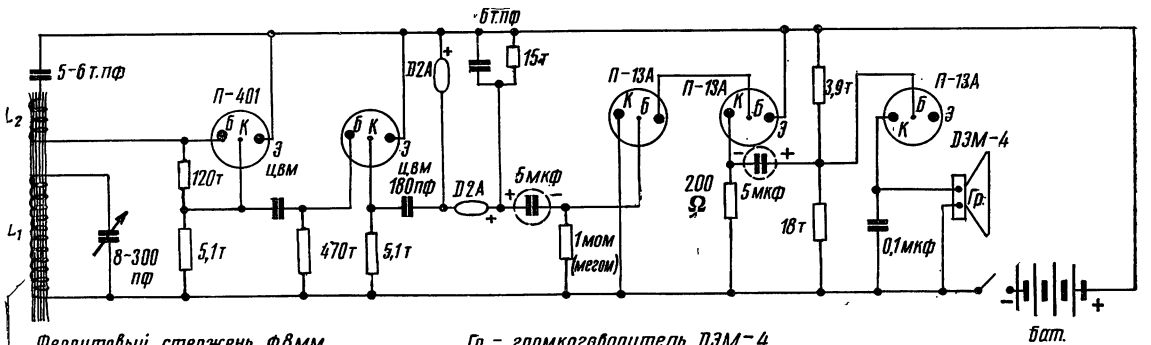
Самое сложное — это достать малогабаритный (плоский) переменный конденсатор. Можно обойтись и без него. Но для этого придется сделать не одну, а несколько (2—4) магнитных антенн. Каждая из них будет иметь свои катушки и конденсатор постоянной емкости. У вас получится радиоприемник с фиксированной настройкой на 3—4 станции. Практически этого вполне достаточно, особенно на длинных волнах. Правда, схема несколько усложнится: ведь придется поставить и переключатель. Чуточку увеличатся и размеры всего приемника.

Количество витков катушек L_1 и L_2 для каждой выбранной вами станции подбирают опытным путем, отматывая лишние витки и подключая нужной емкости конденсатор.

Шлакобетонные парники

Обычно парники делают из бревен и досок. Однако дерево быстро гниет и разрушается. Подобные парники служат два, редко три сезона. Шлакобетонные же парники практически вечны и просты в изготовлении.

На рисунке изображены небольшие парники на шесть рам. Их можно, конечно, делать и на любое дру-



Ферритовый стержень Ф8мм и длиной 100мм

Длинные волны

L_1 = 250 – 270 витков

L_2 = 15 – 20 витков

Провод: ПЭЛ или ПЭЛШО 0,1 – 0,15мм

Средние волны

L_1 = 80 ÷ 90 витков

L_2 = 8 ÷ 10 витков

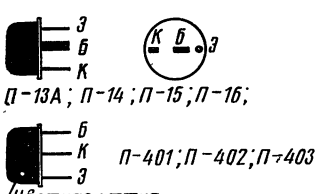
Провод ПЭЛ или ПЭЛШО 0,15 – 0,2мм

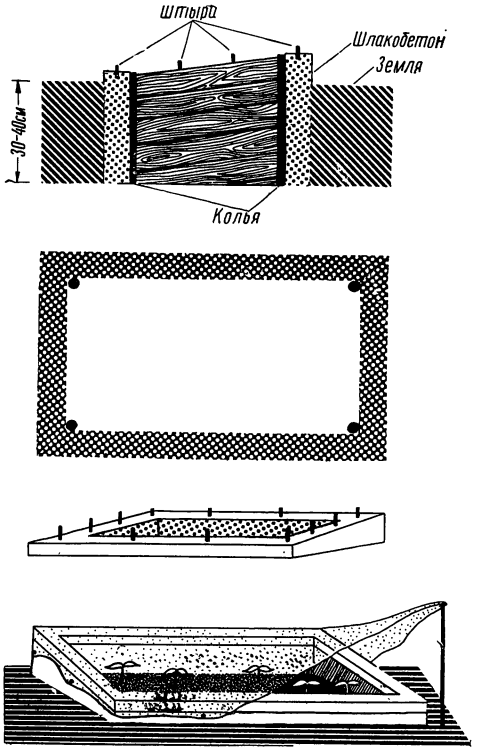
Гр – громкоговоритель ДЭМ-4

бат. – батарейка для карманного фонаря

Б – база
Э – эмиттер
К – коллектор
цвм – цветная метка у эмиттера

Цоколевка





гое количество рам. Это будет зависеть от желания, от наличия материала: цемента и шлака. Еще лучше, если вместо застекленных рам применить прозрачную полиэтиленовую пленку.

Цемента при постройке пойдет очень мало, так как состав раствора от 1:3:8 до 1:5:14 (цемент: песок: шлак). Чем выше марка цемента, тем больше можно взять песка и шлака. В крайнем случае, добавляя в раствор известь и глину, количество цемента можно свести к минимуму—1:1:0,5:10:20 (цемент: известь: глина: песок: шлак). Правда, при таком составе бетона стены парника должны быть раза в полтора толще.

Место для парников выбирайте с таким расчетом, чтобы стекла рам смотрели на юго-восток или юг. Сначала разметьте на земле ровную площадку, отмечая ее углы колышками. Затем выкопайте котлован глубиной 30—40 *см*. Его ширина должна быть больше ширины будущего парника на толщину шлакобетонных стенок. Внутри котлована, отступая от его стенок на 10—14 *см*, установите щиты, сколоченные из обрезков негодных досок, горбыля. По углам траншеи щиты укрепите кольями, вбитыми в землю. Чтобы получившуюся таким образом опалубку не распирало бетоном, ее стенки скрепите друг с другом поверху досками.

Стенки опалубки имеют разную высоту. Южная сторона должна быть выше уровня земли на 4—8 *см*, а северная — на 16—20 *см*. Чтобы удержать жидкий бетон выше поверхности земли, снаружи на кольях укрепите доски такой ширины, которая соответствовала бы высоте внутренней опалубки.

Бетон готовьте на дощатом щите и после тщательного перемешивания укладывайте между земляными стенками и опалубкой. Бетон утрамбовывайте толстыми жердями, пока не покажется вода. Укладывайте слоем не больше 10—15 *см* за один прием. Сначала положите бетон в углы парника (почти доверху), а затем набейте остальные стенки. Перед самым концом укладывания бетона (в верхней части стенок) установите вертикально несколько стальных стержней или обрезков труб. Они будут необходимы для крепления парубней парника.

Первые дни после укладки бетона поливайте его водой из лейки и прикрывайте от солнца толем, рогожами и т. п.

Через 8—10 дней осторожно снимите опалубку. Если стенки будут повреждены, заделайте их цементным раствором 1:4. Таким же раствором можно оштукатурить парник изнутри, хотя это и не обязательно.

Спустя 26—28 дней на стенки парника можно устанавливать парубни. Предварительно снизу в них сделайте отверстия, в которые будут входить торчащие из стенок штыри. Между бетонными стенками и парубнями проложите один-два слоя толя.

Затем, если будут использованы обычные парниковые рамы, сделайте в парубнях четверти для них. На дно парника насыпьте шлаку (8—10 *см*), а сверху — навоз и землю.

Птицелет

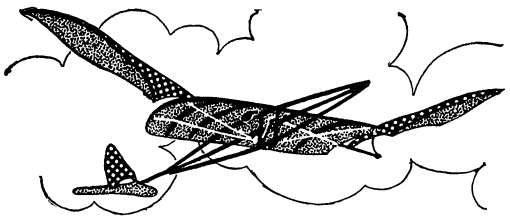
Эта модель, разработанная моделистом Яковлевым, проста по своей конструкции и оригинальна. Она имеет центральное неподвижное крыло и два боковых подвижных крылышка, которые связаны при помощи тяг с кривошипным механизмом, приводимым в движение резиной. Общий вид модели изображен в верхней части рисунка (стр. 527).

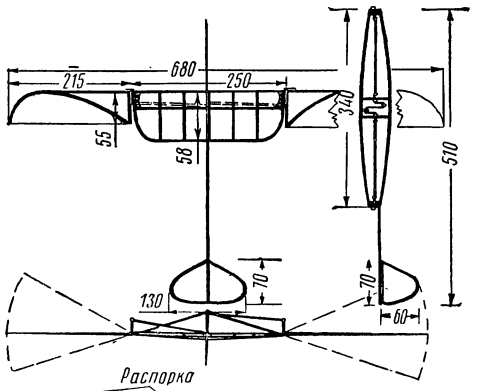
Фюзеляж модели изготовляется из двух прямых соломок толщиной 3 *мм*. Солому можно брать от злаковых растений, лучше травяную, трубчатую. Перед сборкой глянцевую внешнюю поверхность соломы соскоблите ножом или бритвой. Сборку модели ведите по рабочим чертежам. Склеивать все части модели можно любым клеем. Места соединений обмотайте тонкими нитками, также смазанными клеем.

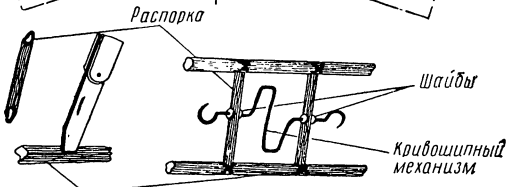
В центральной части фюзеляжа поставьте две соломенные распорки толщиной 3 *мм*, между которыми укрепите кривошипный механизм. В середине распорок проколите отверстия и приклейте клеем БФ-2 (или нитроклеем) с двух сторон шайбочки из миллиметрового целлулоида. Сквозь них пройдет ось кривошипного механизма, который изготовьте из стальной проволоки толщиной в 1 *мм*. На его концах загните крючки для крепления резины. Делают это после того, как ось будет пропущена сквозь втулки, приклеенные на распорках. После этого распорки вклейте, а их концы замотайте нитками на клею.

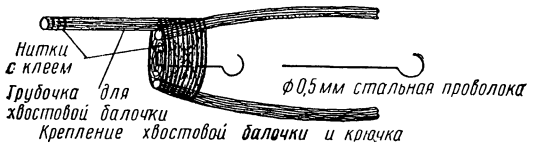
Для заделки передней и задней частей фюзеляжа изготовьте бобышки из липы. Перед установкой вставьте в них крючки для прикрепления резины. Крючки сделайте из стальной проволоки или булавки толщиной 0,5 *мм*. Бобышки вклейте и обмотайте ниткой. Для прикрепления хвостовой балочки к задней бобышке фюзеляжа примотайте нитками с клеем отрезок соломы такой толщины, чтобы в нее туго входила передняя часть хвостовой балочки.

Центральную, несущую часть крыла соберите из трех продольных соломок, которые скрепите изогнутыми по профилю нервюрами. Переднюю кромку и лонжерон сделайте из 2-миллиметровой соломы, а

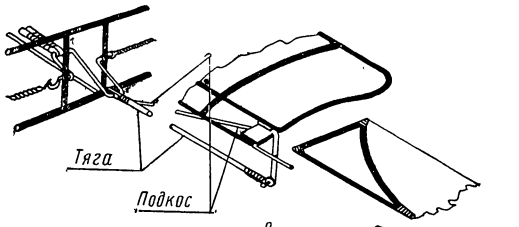


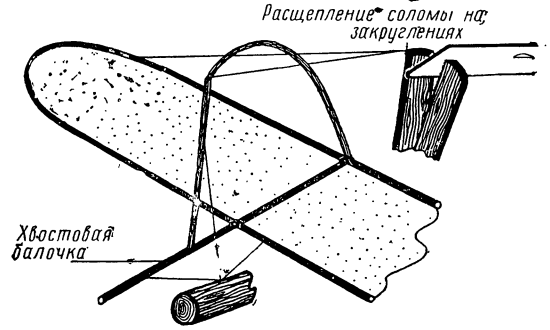






Крепление хвостовой балочки и крючка





заднюю кромку и нервюры—из соломы толщиной в 1 *мм*. По концам центроплана, между передней кромкой и лонжероном, установите бобышки из липы, к которым прикрепите подшипники качалок. Центроплан приклейте к фюзеляжу. Для жесткости поставьте между ними подкосы.

Нервюры крыла можно делать из толстых соломок, расщепленных вдоль волокон. Переднюю и заднюю кромки киля и стабилизатора изготовьте из 1-миллиметровой соломы, соединенной изогнутыми дужками, которые сделаете из расщепленных долек соломы. После их изготовления необходимо проверить форму оперения и укрепить их нитками с клеем на хвостовой балочке.

Машущую часть крыла сделайте из соломы, которую изогните по форме и соедините нитками на клею. Качалку изготовьте из стальной 1-миллиметровой проволоки. В месте расположения подшипника качалку не туго обмотайте мягкой проволокой. Качалка должна свободно вращаться в подшипнике. После чего подшипник приклейте нитками к бобышкам на концах центроплана.

Горизонтальное плечо каждой качалки соедините тягой — шатуном с одним из колен кривошипного механизма. Длина шатуна должна быть такой, чтобы при вертикальном положении кривошипного механизма плечи качалок были вертикальны, а качалки с машущей частью крыла были бы слегка приподняты.

После полной сборки модели все подшипники слегка смажьте машинным маслом и прокрутите вхолостую кривошипный механизм, чтобы убедиться в легкости хода движущихся частей. Хвостовое оперение после сборки должно размещаться вдоль осей фюзеляжа.

Резиномотор из шести ниток сечением 1×1 *мм* наденьте на крючки кривошипного механизма и крючки передней и задней бобышек.

После сборки модель обтяните папиросной бумагой. На подвижную часть крыла бумагу приклеивайте свободно, чтобы ее средняя часть провисала на 20 *мм*.

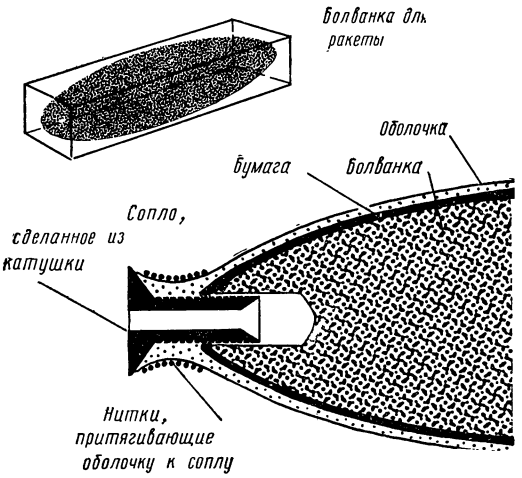
Закрепив махалки в нейтральном положении или слегка приподняв их, модель запускают с неработающим мотором на планирование. Если в планировании модель «задирает нос», то нужно отогнуть немного вниз хвостовую балочку. Если же модель наклоняет нос вниз, то балочку нужно слегка приподнять.

Затем приступают к регулировке моторного полета. Сначала запускают модель при неполной заводке резиномотора. Когда модель будет летать плавно и устойчиво, можно постепенно увеличивать число оборотов мотора. При запуске модели не следует делать резких толчков. Может случиться, что модель не будет набирать высоту. В этом случае следует увеличить число витков резиномотора. Если же и после добавления резины модель не будет набирать высоту, нужно попытаться изменить обтяжку махалок — натянуть ее или ослабить. Необходимо проверить и силу трения кривошипного механизма и качалок в подшипниках.

Во время полета (в закрытом помещении или на улице в безветренную погоду) модель ведет себя очень устойчиво. Она взлетает с земли, с рук и быстро набирает высоту, пролетая около 100—130 *м*. Высота полета свыше 3 *м*.

Модель ракеты

В последнее время для моделей ракет применяют безопасный и простой по конструкции воздушно-водя-



ной реактивный двигатель. Одну из таких моделей, созданную Г. С. Васильевым, мы предлагаем построить и вам. Эта ракета с воздушно-водяным двигателем легко поднимается на высоту многоэтажного дома (15—30 *м*). Ее можно установить и на другие модели.

Из куска дерева выстрогайте рубанком или выточите на токарном станке болванку по форме будущей ракеты. Длина болванки от 15 до 40 *см*. Передняя и хвостовая части должны плавно сужаться. Толщина болванки не менее $^1/_4$ ее длины (легче снимать оболочку). Затем болванку зачистите шкуркой и покройте густым нитроклеем.

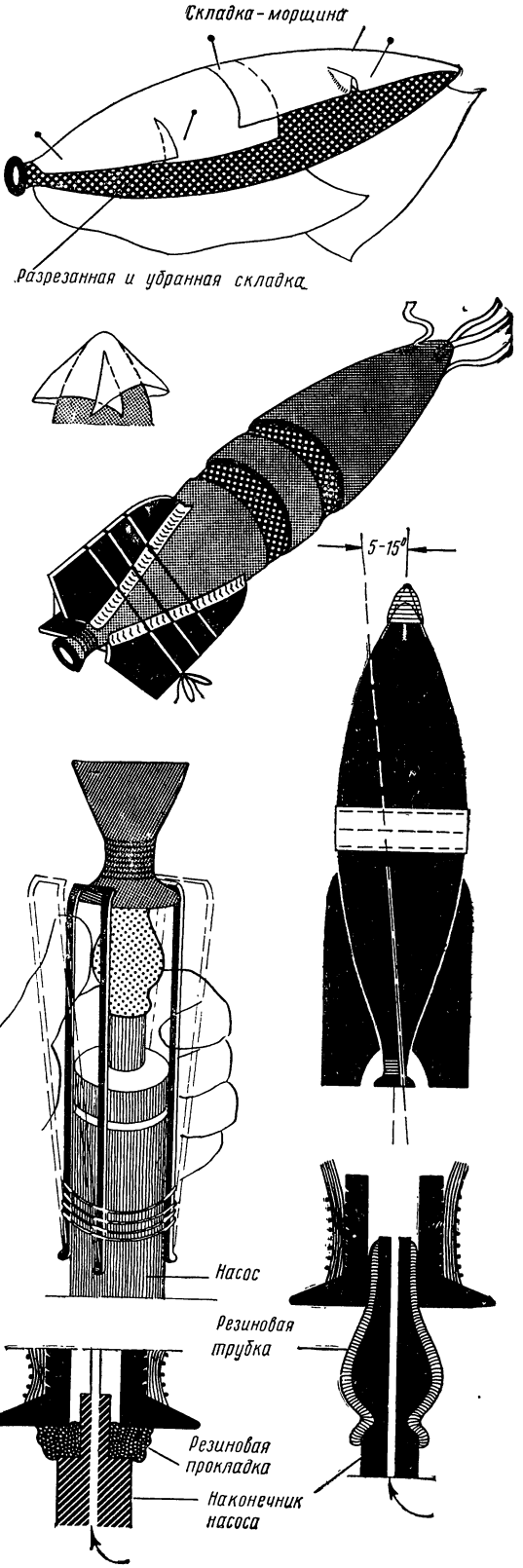
В хвостовой части высверлите или выдолбите отверстие для сопла, которое сделайте из катушки, аккуратно срезав ножом одну из ее щечек и рассверлив на конус отверстие. Для лучшего склеивания катушки с будущей оболочкой на поверхность катушки нанесите зарубки. Покрыв катушку изнутри и снаружи клеем, дайте ей хорошо просохнуть.

Для того чтобы оболочка ракеты не приклеилась к болванке, обмотайте ее сначала несколькими слоями размоченной в воде промокательной бумаги (можно газетной). Отжав и несколько подсушив бумагу, вставьте в отверстие болванки сопло. Оно должно легко вынимаься из болванки. Бумага почти не должна его накрывать.

Первый слой оболочки (марля, ситец, куски старых капроновых чулок и т. п.) накладывают на поверхность болванки (одним или двумя кусками). Укрепив материю временно булавками, покройте ее густым слоем клея. Клей наносите кистью. Морщины и складки материи лучше разрезать, а их края соединить внахлест. Первый слой клея после высыхания должен представлять собой сплошную газонепроницаемую оболочку из целлулоида, внутри которого заключены куски материи. Второй и последующие слои материи накладывают после окончательного высыхания первого слоя.

Густо намазав клеем нос ракеты, натяните на него маленькую салфетку так, чтобы клей выдавился сквозь поры материала и пропитал его. Появившиеся складки разрежьте и, перекрыв края, разгладьте и промажьте кистью.

Сопло соедините с корпусом несколькими слоями материи, которую затем плотно примотайте к нему крепкими нитками на клею. По густому слою клея обмотайте среднюю часть корпуса широкой полосой материи или же забинтуйте узкой и длинной поло-



ской. К носовой части корпуса больших ракет надо приклеить четыре тесемки. Ими будет привязываться амортизирующая губчатая резина.

У готовой ракеты высохшая целлулоидная корочка, усиленная слоями материи, должна иметь общую толщину около 1—2 *мм*. У маленьких ракет—тоньше, у больших — толще.

После просыхания формы (примерно через два дня) разрежьте корпус вместе с бумажным подслоем в самом широком месте и стащите с болванки (предварительно обкатайте ракету по столу). Снятые половинки очистите изнутри от прилипшей бумаги.

Из нескольких слоев тонкой фанеры или проклеенного картона сделайте жесткое кольцо, на которое плотно наденьте и приклейте обе половины передней части корпуса.

Надев на болванку хвостовую часть корпуса, приклейте симметрично три стабилизатора, вырезанные из тонкой фанеры. Тесемки, с помощью которых с обеих сторон приклеены основания стабилизаторов, временно прижмите к корпусу нитками. Плоскости стабилизаторов должны составлять с осью ракеты угол около 15—20°. Такое их положение заставит ракету вращаться, и ее полет будет более устойчивым.

Затем края обеих частей корпуса густо смажьте изнутри клеем, плотно наденьте на кольцо, сделанное из нескольких слоев тонкой фанеры или проклеенного картона, и туго примотайте к нему крепкими нитками или шнуром. Щель наглухо закройте тесьмой на клею.

Вырежьте несколько кругов из губчатой резины и составьте из них цилиндрик. Сквозь отверстие в цилиндре пропустите две носовые тесемки и туго завяжите их узлом. Затем острым ножом срежьте края резинок так, чтобы внешняя их форма приближалась к очертаниям корпуса. Концами двух других тесемок туго притяните резинки с внешней стороны. Затем сшейте концы тесемок. Ракета готова.

Перед запуском ракету заполните примерно до половины водой. Делают это при помощи резиновой груши, имеющей узкий наконечник. Затем сопло присоедините к наконечнику автомобильного насоса, накачайте и отпустите ракету. Чем выше давление в ракете, тем с большей скоростью выбросит воздух воду и тем большую скорость сообщит он ракете. Для больших и тяжелых ракет необходимы сопла большего диаметра.

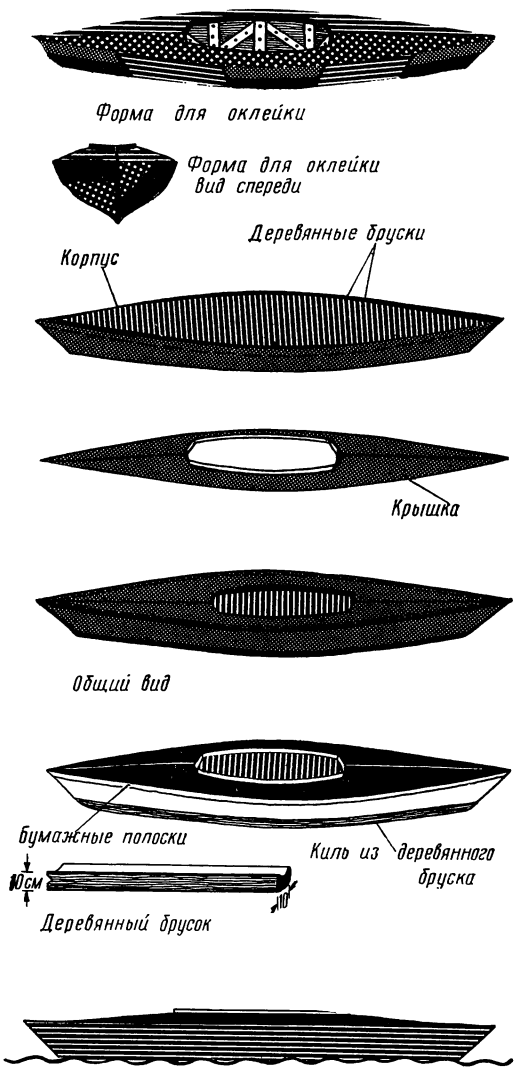
Для герметизации соединения сопла ракеты с наконечником насоса пользуются резиновой прокладкой. Прокладка может быть сделана из мягкой резиновой трубки, надетой на конусообразный наконечник насоса, или из плоского резинового кольца.

Ракету во время накачивания можно удерживать руками. Однако для высотных запусков необходимо изготовить приспособление, плотно сжимающее сопло с наконечником насоса. Оно может быть сделано в форме клиновидной задвижки или в виде упругих проволочных лапок и т. п.

После опробования ракеты в полете очистите ее шкуркой и окрасьте оранжевой или красной нитрокраской. Яркий цвет поможет вам отыскать упавшую ракету.

Байдарка из бумаги

Сначала из деревянных брусков, досок и фанеры сделайте форму будущей байдарки, как это изображено на рисунке. Перед оклеиванием формы оберните ее сухими газетными листами в один-два слоя, чтобы последующие слои с клеем не пристали к ней. Намазанные клеем листы бумаги растирайте тугим тряпичным комочком, чтобы между листами не было воздушных пузырьков.



Лодку обклеивайте от середины крышки к килю. Каждый новый лист бумаги должен на 2—3 *см* заходить на соседний, а его середина — на стык предыдущего слоя. В углах и других трудных местах используйте полоски бумаги разной ширины и длины. Наращивание слоев можно закончить, когда толщина бумажного слоя достигнет 10—14 *мм* (в зависимости от размеров лодки).

Изготовление байдарки возможно двумя способами. Проще склеить сначала корпус лодки, а потом крышку. Когда они подсохнут, соедините их с помощью деревянных брусочков и шурупов. Брусочки установите внутри лодки. Головки шурупов с шайбами слегка утопите в бумажный корпус. Места стыков предварительно обмажьте клеем, а снаружи оклейте полосками

бумаги шириной около 100 *мм*. Общую толщину слоя этих полосок доведите до 5 *мм*.

Можно форму оклеить целиком — корпус и крышку сразу. Когда бумага высохнет, разрежьте лодку вдоль корпуса чуть ниже крышки (100—200 *мм*). После этого корпус легко разъединяется и снимается с формы. Прикреплять его надо так же, как и в первом случае.

Готовую лодку снимите с формы через 1—2 дня (в зависимости от клея), но обязательно до того, как байдарка полностью высохнет. Иначе лодка может съежиться, и будет трудно снять ее с формы. Затем тщательно просушите лодку в тени.

После сушки поверхность лодки обработайте рашпилем, напильником и стеклянной шкуркой. Затем байдарку снаружи и внутри 2—3 раза очень тщательно промажьте горячей олифой. А потом— тоже 2—3 раза— масляной краской. Каждый слой олифы и краски наносите только после полного просыхания предыдущего слоя. Особенно водостойкое покрытие получается, если лодку покрыть раствором клея БФ-2 в нитрорастворителе или бакелитовым лаком.

Скамеечки, полочки и т. п. сделайте из досок или фанеры. Затем при помощи шурупов прикрепите их к корпусу внутри лодки на деревянных бобышках.

Для предохранения лодки от ударов о грунт водоемов и т. п. к килю байдарки шурупами привинтите квадратный брусок из дерева. Не забудьте в нем предварительно выстрогать сверху выемку для киля лодки, а нижний край закруглить.

Все деревянные части лодки покрасьте так же, как и лодку.

Микроскоп

Самодельный микроскоп конструкции инженера Шаригина дает увеличение в 25—50 и даже 100 раз.

Основная деталь микроскопа — маленькая плоско-выпуклая линзочка. Ее делают так. Сначала «добывают» стеклянную палочку из перегоревшей электролампочки (рис. 1). Ее нужно осторожно разбить, удалить нить и проволочки, поддерживающие ее, и сохранить лишь стеклянную стойку. Если стойка покрыта налетом, счистите его влажной тряпкой с крокусом (полирующий порошок) или в крайнем случае зубным порошком.

Держась за ламповый цоколь, нагрейте конец стеклянной стойки в некоптящем пламени бензиновой или газовой горелки. Когда стекло достаточно размягчится на протяжении 10—15 *мм*, кончик стойки быстро оттяните плоскогубцами на 200—300 *мм*. Образуется тонкая нить (чтобы не испортить поверхность будущей линзы, касаться руками нити не следует). Конец нити поместите в пламя горелки. Нить оплавится, образуя на конце стеклянный шарик (рис. 2). Теперь необходимо часть шарика сошлифовать и отполировать полученную при шлифовке плоскость.

Шлифовальные порошки готовят так. Кусочек наждачного камня или чайную ложку наждачного порошка тщательно разотрите в фарфоровой ступке до получения тонкого порошка. Насыпьте его в чистую банку емкостью 1 *л*, наполните ее водой и тщательно перемешайте. Через 15 секунд воду слейте в другую банку. Через 1 минуту из этой банки слейте воду в третью. Через 5—7 минут воду из нее перелейте снова в первую банку. Если во второй и третьей банках осадок небольшой, то его берут из первого сосуда и снова растирают в ступке. Затем повторяют процедуру переливания. Назовем осадок во втором сосуде порошком № 1, а в третьем — порошком № 2.

При помощи этих порошков и производят шлифование стекла. Полируют при помощи крокуса (красной окиси железа) на полировальной смоле. Крокус можно приготовить и самому. В 100 *см*^{3} воды растворите 28 *г* железного купороса и 14 *г* поташа. Затем раствор доведите до кипения и выпаривайте, пока на дне сосуда не окажется один осадок. Прокалите его и отделите крупные частицы таким же способом, как и при приготовлении шлифовального порошка № 2.

Сплавьте 4 *г* пчелиного воска и 15 *г* канифоли, и у вас будет полировальная смола.

При обработке шарика его необходимо закрепить в специальной державке. Из кусочка медной или латунной проволоки диаметром 2—3 *мм* и длиной 80—100 *мм* согните державку (рис. 3). Отверстие в петельке державки должно быть больше диаметра стеклянного шарика. Подогрев петельку державки, облепите ее приготовленной смолой. Теперь, осторожно подогрев стеклянный шарик, вдавите его в смолу на петельке примерно на половину диаметра. Лишний кусочек нити отломите (рис. 4).

На кусочек плоского стекла (можно использовать старый негатив) нанесите кашицу из порошка № 1 с водой. Державку с шариком положите на стекло (шариком к стеклу) и с очень легким нажимом трите по стеклу круговыми движениями (рис. 5).

Сошлифовав шарик почти на половину диаметра, замените порошок № 1 на № 2. При этом нужно тщательно промыть стекло, державку с шариком и руки для удаления даже следов порошка № 1. Порошком № 2 шлифуют до получения ровной тонкой матовой поверхности.

Затем приступают к полировке. Снова особенно тщательно промойте стекло, державку и руки. Насухо протерев стекло, осторожно подогрейте его. Одновременно нагрейте пузырек со смолой до ее расплавления. Положив стекло строго горизонтально, налейте на него смолу ровным слоем толщиной 1—2 *мм*.

Полирование производится после того, как смола застынет, точно таким же способом, как и шлифование. Разница лишь в том, что вместо шлифовальных порошков применяется крокус с содой, а сам процесс ведется не на стекле, а на смоле (рис. 6). Когда поверхность линзы станет ровной и блестящей, полировку прекращают. Теперь осторожно извлеките линзочку из державки и промойте ее в чистом бензине или спирте. Затем линзочку насухо протрите.

Для изготовления держателя микроскопа нужны кусочек листовой латуни или железа толщиной 0,5—0,8 *мм*, винт (диаметр 4 *мм*, длина 15—20 *мм*), гайка и кусочек стекла размером 10×16 *мм* и толщиной 1—2 *мм*. Это предметное стекло, на котором будет помещаться рассматриваемый объект (рис. 7).

Заготовку держателя и прижимы вырежьте по размерам, указанным на рисунке, и просверлите отверстия. Отверстия должны быть на 0,5—1 *мм* меньше диаметра линзочки. Затем отогните лапки держателя на толщину предметного стекла. К держателю прижим припаяйте (рис. 8), совместив отверстия (припаивать нужно на $^1/_4$ длины прижима). Потом припаяйте гайку (рис. 9). Держатель согните так, чтобы отверстия совпали. Предметное стекло вдвиньте на свое место, отогнув прижим. Вставьте и линзочку выпуклой стороной к глазу. В гайку ввинтите винт. Микроскоп готов (рис. 10).

Рис. 1.

Рис. 2.

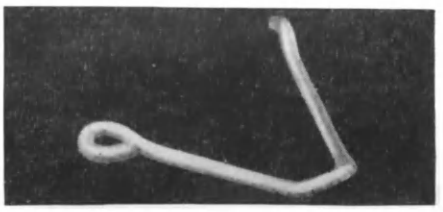


Рис. 3

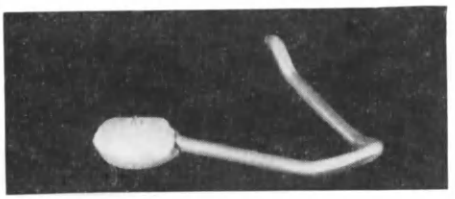


Рис. 4.

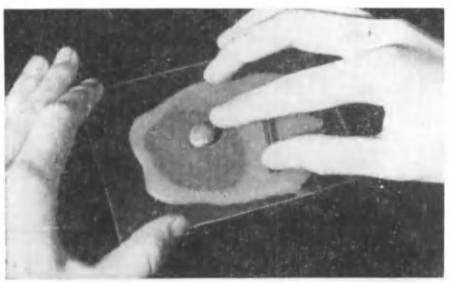


Рис. 5.

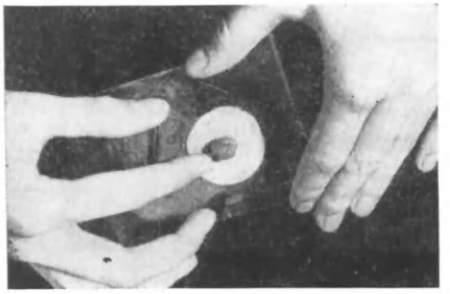


Рис. 6.

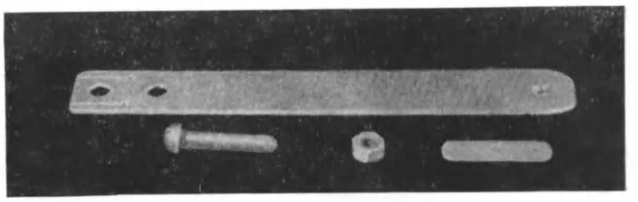


Рис. 7.

Рис 8

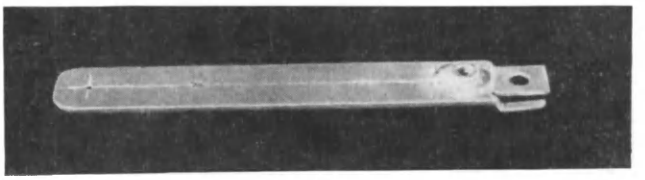


Рис. 9.

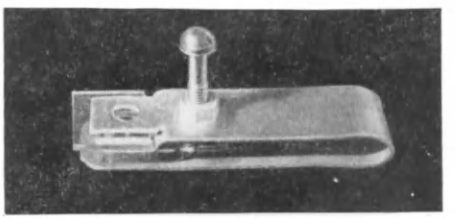


Рис. 10.

СПРАВОЧНЫЙ РАЗДЕЛ

СОВЕТСКИЙ ЧЕЛОВЕК ШТУРМУЕТ КОСМОС

Искусственные спутники Земли

Название	Дата запуска	Вес в *кг*	Орбита		Животные — объекты исследований
			апогей	перигей	
Спутник I	4.10.1957	83,6	947	228	—
Спутник II	3.11.1957	508,3	1671	225	Собака Лайка
Спутник III	15.5. 1958	1327	1880	226	—
Корабль-спутник I	15.5. 1960	4540	369	312	—
Корабль-спутник II . . .	19.8. 1960	4600	339	306	Собаки Белка и Стрелка, мыши
Корабль-спутник III . . .	1.12.1960	4563	265	187,3	Собаки Мушка и Пчелка, мыши
Тяжелый спутник	4.2. 1961	6483	328	223	—
Тяжелый спутник	12.2. 1961	—	280	229	—
Корабль-спутник IV . . .	9.3. 1961	4700	248,8	183,5	Собака Чернушка и морские свинки

Продолжение

Название	Дата запуска	Вес в *кг*	Орбита		Животные — объекты исследований
			апогей	перигей	
Корабль-спутник V . . .	25.3. 1961	4695	247	178,1	Собака Звездочка
Спутник «Космос-1» . .	16.3. 1962	—	980	217	—
Спутник «Космос-2» . .	6.4. 1962	—	1560	213	—
Спутник «Космос-3» . .	24.4. 1962	—	720	229	—
Спутник «Космос-4» . .	26.4. 1962	—	330	298	—
Спутник «Космос-5» . .	28.5. 1962	—	1600	203	—
Спутник «Космос-6» . .	30.6. 1962	—	360	274	—
Спутник «Космос-7» . .	28.7. 1962	—	369	210	—
Спутник «Космос-8» . .	18.8. 1962	—	604	256	—
Спутник «Космос-9» . .	27.9. 1962	—	353	301	—
Спутник «Космос-10» . .	17.10.1962	—	380	210	—
Спутник «Космос-11» . .	10.11.1962	—	921	245	—
Спутник «Космос-12» . .	22.12.1962	—	405	211	—
Спутник «Космос-13» . .	21.3. 1963	—	337	205	—
Спутник «Космос-14» . .	13.4. 1963	—	512	265	—
Спутник «Космос-15» . .	22.4. 1963	—	371	173	—
Спутник «Космос-16» . .	28.4. 1963	—	401	207	—
Спутник «Космос-17» . .	22.5. 1963	—	788	260	—
Спутник «Космос-18» . .	24.5. 1963	—	301	209	—
Спутник «Космос-19» . .	6.8. 1963	—	519	270	—
Спутник «Космос-20» . .	18.10.1963	—	311	206	—
Маневрирующий космический аппарат — спутник «Полет-1»	1.11.1963	—	592 (начальная орбита)	339	—
			1437 (конечная орбита)	343	
Спутник «Космос-21» . .	11.11.1963	—	229	195	—
Спутник «Космос-22» . .	16.11.1963	—	594	205	—
Спутник «Космос-23» . .	13.12.1963	—	613	240	—
Спутник «Космос-24» . .	19.12.1963	—	408	211	—
Научная автоматическая станция — спутник «Электрон-1»	30.1. 1963	—	7100	406	—
Научная автоматическая станция — спутник «Электрон-2»	30.1. 1963	—	68 200	460	—
Спутник «Космос-25» . .	27.2. 1964	—	526	272	—
Спутник «Космос-26» . .	18.3. 1964	—	403	271	—
Спутник «Космос-27» . .	27.3. 1964	—	237	192	—
Спутник «Космос-28» . .	4.4. 1964	—	395	209	—

Продолжение

Название	Дата запуска	Вес в *кг*	Орбита		Животные — объекты исследований
			апогей	перигей	
Маневрирующий космический аппарат — спутник «Полет-2»	12.4. 1964	—	500 (конечная орбита)	310	—
Спутник «Космос-29» . .	25.4. 1964	—	309	204	—
Спутник «Космос-30» . .	18.5. 1964	—	383,1	206,6	—
Спутник «Космос-31» . .	6.6. 1964	—	508	228	—
Спутник «Космос-32» . .	10.6. 1964	—	333	209	—
Спутник «Космос-33» . .	23.6. 1964	—	293	209	—
Спутник «Космос-34» . .	1.7. 1964	—	360	205	—
Научная автоматическая станция — спутник «Электрон-3»	11.7. 1964	—	7 040	405	—
Научная автоматическая станция — спутник «Электрон-4»	11.7. 1964	—	66 235	459	—
Спутник «Космос-35» . .	15.7. 1964	—	268	217	—
Спутник «Космос-36» . .	30.7. 1964	—	503	259	—
Спутник «Космос-37» . .	14.8. 1964	—	300	205	—
Спутник «Космос-38» . .	18.8. 1964	—	876	210	—
Спутник «Космос-39» . .	18.8. 1964	—	876	210	—
Спутник «Космос-40» . .	18.8. 1964	—	876	210	—
Все три выведены на орбиту одной ракетой - носителем					
Спутник «Космос-41» . . .	22.8. 1964	—	39 855	394	—
Спутник «Космос-42» . . .	22.8. 1964	—	1 099	232	—
Спутник «Космос-43» . . .	22.8. 1964	—	1 099	232	—
Оба выведены на орбиту одной ракетой-носителем					
Спутник «Космос-44» . . .	28.8. 1964	—	860	618	—
Спутник «Космос-45» . . .	13.9. 1964	—	327	206	—
Спутник «Космос-46» . . .	24.9. 1964	—	271	215	—
Спутник «Космос-47» . . .	6.10.1964	—	413	177	—
Спутник «Космос-48» . . .	14.10.1964	—	295	203	—
Спутник «Космос-49» . . .	24.10.1964	—	490	260	—
Спутник «Космос-50» . . .	28.10.1964	—	241	196	—
Спутник «Космос-51» . . .	10.12.1964	—	554	264	—
Спутник «Космос-52» . . .	11.1. 1965	—	304	205	—
Спутник «Космос-53» . . .	30.1. 1965	—	1192	227	—

Продолжение

Название	Дата запуска	Вес в *кг*	Орбита		Животные — объекты исследований
			апогей	перигей	
Спутник «Космос-54» . . .	21.2. 1965	—	1856	279,7	—
Спутник «Космос-55» . . .	21.2. 1965	—	1856	279,7	—
Спутник «Космос-56» . . .	21.2. 1965	—	1856	279,7	—
Все три выведены на орбиту одной ракетой-носителем					
Спутник «Космос-57» . . .	22.2. 1965	—	512	175	—
Спутник «Космос-58» . . .	26.2. 1965	—	659	581	—
Спутник «Космос-59» . . .	7.3. 1965	—	339	209	—
Спутник «Космос-60» . . .	12.3. 1965	—	287	201	—
Спутник «Космос-61» . . .	15.3. 1965	—	1837	273	—
Спутник «Космос-62» . . .	15.3. 1965	—	1837	273	—
Спутник «Космос-63» . .	15.3. 1965	—	1837	273	—
Все три выведены на орбиту одной ракетой-носителем					
Спутник «Космос-64» . .	25.3. 1965	—	271	206	—
Спутник «Космос-65» . .	17.4. 1965	—	342	210	—
Спутник связи «Молния-1»	23.4. 1965	—	39 380 (начальная орбита)	497	—
			39 957 (конечная орбита)	548	—
Спутник «Космос-66» . . .	7.5. 1965	—	291	197	—
Спутник «Космос-67» . . .	25.5. 1965	—	350	207	—
Спутник «Космос-68» . . .	15.6. 1965	—	334	205	—
Спутник «Космос-69» . . .	25.6. 1965	—	332	211	—
Спутник «Космос-70» . . .	2.7. 1965	—	1154	229	—

Космические ракеты и межпланетные автоматические станции

Название	Дата запуска	Вес в *кг*	Трасса
Ракета «Мечта» («Луна-1»)	2.1. 1959	1472	Прошла в районе Луны; стала искусственной планетой; время обращения — 15 месяцев
«Луна-2»	12.9. 1959	1511	Земля — Луна
Межпланетная автоматическая станция «Луна-3»	4.10.1959	1553	Земля — Луна — Земля

Продолжение

Название	Дата запуска	Вес в *кг*	Трасса
Межпланетная автоматическая станция «Венера-1»	12.2.1961	643,5	Земля — Венера
Межпланетная автоматическая станция «Марс-1»	1.11.1962	893,5	Земля — Марс
Межпланетная автоматическая станция «Луна-4»	2.4. 1963	1422	Земля — Луна
Межпланетная автоматическая станция «Зонд-1»	2.4. 1964	—	—
Межпланетная автоматическая станция «Зонд-2»	30.11.1964	—	Земля — Марс
Межпланетная автоматическая станция «Луна-5»	9.5.1965	1476	Земля — Луна
Межпланетная автоматическая станция «Луна-6»	8.6.1965	1442	Земля — Луна

Пилотируемые космические корабли

Название	Экипаж	Дата взлета	Время полета	Орбита		Число витков вокруг Земли
				апогей	перигей	
«Восток-1»	Ю. А. Гагарин	12.4. 1961	1 час 48 минут	327	181	1
«Восток-2»	Г. С. Титов	6.8. 1961	25 часов	257	178	17
«Восток-3»	А. Г. Николаев	11.8. 1962	94 часа	251	183	64
«Восток-4»	П. Р. Попович	12.8. 1962	71 час	254	180	48
«Восток-5»	В. Ф. Быковский	14.6. 1963	119 часов	235	181	81
«Восток-6»	В. В. Терешкова	16.6. 1963	71 час	223	183	48
«Восход-1»	В. М. Комаров — командир корабля, К. П. Феоктистов — научный сотрудник, Б. Б. Егоров — врач	12.10.1964	24 часа	409	178	16
«Восход-2»	П. И. Беляев — командир корабля, А. А. Леонов — летчик-космонавт, впервые осуществивший выход из корабля в космическое пространство	18.3. 1965	26 часов	495	173	17

ЧТО ЧИТАТЬ ПО ТЕХНИКЕ

В этой книге вы познакомились с устройством машин и с тем, как получают энергию, которая приводит их в движение, с работой автоматических и радиоэлектронных устройств, с заводами-гигантами и современным транспортом и связью, узнали об изготовлении и удивительных свойствах синтетических материалов, о том, как человек строит дома и покоряет реки, о том, как техника помогает нам осваивать космос и изучать глубины океана ... Словом, эта книга ввела вас в сложный и увлекательный мир техники и промышленности, показала роль техники в производстве, в науке, в быту, во всей нашей жизни. Но даже будь 5-й том Детской энциклопедии толще в несколько раз — все равно в одной книге не хватило бы места, чтобы подробно рассказать обо всех вопросах техники. В этом вам помогут другие книги и журналы. Они углубят ваши познания в технике, ответят на многие волнующие вопросы.

Библиографический указатель «Что читать по технике» — это своеобразный путеводитель по книжным полкам. Он рекомендует наиболее полезные и интересные издания. Литература в указателе сгруппирована, как правило, в соответствии с основными разделами тома. Внутри рубрик книги и брошюры располагаются по темам, а внутри этих групп от менее трудных к более трудным. Не торопитесь: прежде чем выбрать книгу, просмотрите весь список по данному разделу техники.

* * *

Техника и коммунизм

Васильев М. В. Дороги в счастливый мир. Рассказ о некоторых деталях Великого плана Великой партии, о науке и технике 1980 г., о машинах и механизмах, которых еще нет, но которые обязательно будут. М., Детгиз, 1962. 224 стр. с илл.

Автор пишет о перспективах развития энергетики, машиностроения, электроники, о материалах сегодняшнего и завтрашнего дня, об освоении космоса.

Дубровицкий И. В. и Орлов В. В. 33 ответа на 33 вопроса. М., Детгиз, 1963. 224 стр. с илл. (Школьная б-ка).

«Атомный станок» и «Стеклянное пальто», «Электростанция под мышкой» и «Квартиру доставьте по адресу...»— вот названия лишь нескольких глав книги, посвященной развитию науки, техники и всего народного хозяйства страны.

Артоболевский И. И. Великое двадцатилетие. М., «Знание», 1962. 39 стр. с илл.

В шесть раз больше! Таков рост промышленного производства в нашей стране за двадцать лет. Акад. Артоболевский рассказывает о путях развития материально-технической базы коммунизма в 1961—1980 гг.

Техника, ее прошлое, настоящее и будущее

Ильин М. Избранное. М., Детгиз, 1958. 590 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Научно-художественные очерки об истории электрического освещения («Солнце на столе»), о том, как совершенствовались часы («Который час?»), о микроскопе, телескопе и фотоэлементе («Искусственный глаз»), о совершенствовании станков («Завод-автомат»), изучении атома («Путешествие в атом»).

Кто, когда, почему? Перевод с польск. М., Детгиз, 1961. 256 стр. с илл.

Сборник ответов на вопросы из различных областей знания. Раздел «Точные науки» посвящен атомной энергии и истории технических изобретений и открытий.

Львов Б. Л. Рассказы дяди Феди. М., «Молодая гвардия», 1962. 103 стр. с илл.

Эта книга — путешествие в мир техники.

Бублейников Ф. Д. Загадки техники и законы природы. М., Детгиз, 1959. 112 стр. с илл.

Автор рассказывает о том, как физики, открывая законы природы, нашли пути решения многих технических вопросов. Приводятся примеры из области энергетики, материаловедения, машиностроения, обработки металлов, горного дела.

Клуб молодых изобретателей. Сборник. М., «Молодая гвардия», 1962. 416 стр. с илл.

В сборнике помещены статьи и заметки по различным проблемам техники (космонавтика, бионика, техническая эстетика, конструирование машин); о нерешенных задачах техники и возможных изобретениях будущего; об истории изобретений и выдающихся изобретателях. В разделе «На переднем крае отраслей» рассказывается о достижениях энергетики, газовой промышленности, машиностроения, химии, металлургии, радиоэлектроники, строительства, авиации, транспорта — наземного и водного, сельскохозяйственной техники.

Морозов А. И. Тайны моделей. М., «Молодая гвардия», 1955. 320 стр. с илл.

«Модели — маленькие помощники в больших делах, совершаемых человеком»,— говорит автор. Прежде чем построить какое-либо сооружение или машину, создают и испытывают их модели. В книге приведено много интересных примеров применения моделирования в различных областях науки и техники (транспорт, строительство, сельское хозяйство, энергетика и др.). Изложение доступно школьникам старших классов.

Бахтамов Р. Б. Изгнание шестикрылого серафима. М., Детгиз, 1961. 128 стр. с илл.

От каменного топора до роторного экскаватора, от стрел до космических кораблей — вот ступени человеческих открытий и изобретений. Но можно ли научиться изобретать? Нужен ли для этого природный дар? Есть ли ключ к «секретам» изобретения или они делаются случайно, когда вдруг человека «осеняет на перепутье шестикрылый серафим»? На примерах изобретения ряда машин и механизмов автор отвечает на эти вопросы, вводит читателей в лабораторию творцов нового.

Орлов В. И. Трактат о вдохновенье, рождающем великие изобретения. М., «Знание», 1964. 350 стр. с илл.

Рассказы об изобретениях и изобретательстве, об истории целого ряда открытий в науке и технике.

Орлов В. И. Сто вариаций на тему старой сказки. М., «Советская Россия», 1964. 256 стр. с илл.

«Герои» этой книги — тени и солнечные зайчики, пузыри и дым. Автор показывает, как человеческая изобретательность превращает их в большую силу.

Ляпунов Б. В. Рекорды техники. М., «Знание», 1964. 40 стр.

Брошюра посвящена выдающимся успехам современной техники в области освоения космоса, океанских и земных глубин, получения сверхнизких и сверхвысоких температур, глубокого вакуума и сверхвысоких давлений.

Путешествие в группу «А». М., «Знание», 1963. 475 стр. с илл.

В этом сборнике помещены статьи, которые знакомят с пятью «китами» техники — энергетикой, металлургией, топливом, химией и машиностроением, со всем тем новым, что появилось в технике недавно.

Кондратов А. М. Число и мысль. М., Детгиз, 1963. 142 стр. с илл. (Школьная б-ка).

В книге рассказано о том, как электронно-вычислительные машины, которые могут решать сложнейшие задачи, помогают инженеру, филологу, биологу, врачу, экономисту и специалистам многих других отраслей науки и техники.

Кобринский Н. Е. и Пекелис В. Д. Быстрее мысли. [М.], «Молодая гвардия», 1963. 470 стр. с илл.

Эта книга о кибернетике. Она состоит из трех разделов: «Математика и жизнь», «Машина считает» и «Машина думает».

Кобринский А. Е. Кто — кого? [М.], «Молодая гвардия», 1964. 288 стр. с илл.

«Героями книги, — пишет А. Кобринский в предисловии,— являются машины и люди, которые их создают. Автор не задался целью удивить вас рассказами о том, что могут или смогут сделать машины. Он старался объяснить, как человек заставляет их делать то, что ему надо, какие трудности он при этом встречает и как эти трудности ему удается обойти».

Сапарина Е. В. О чем молчат медузы... М., «Молодая гвардия», 1964. 143 стр. с илл.

Увлекательная книга о новой науке — бионике, т. е. о комплексе методов, приемов и средств, заимствуемых техникой у живой природы.

Воротников И. А. Занимательное черчение. М., Учпедгиз, 1960. 130 стр. с илл.

Пешков Е. О. и Фадеев Н. И. Технический словарь школьника. Пособие для практических занятий учащихся V—VIII классов. Изд. 3, испр. и доп. М., Учпедгиз, 1963. 223 стр. с илл.

За гранью XX века. Л., Детгиз, 1962. 222 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Как будут жить люди в третьем тысячелетии? Какой будет наука и техника грядущего? В сборнике «За гранью XX века» ученые и писатели рассказывают о технической кибернетике и геологии, о космическом телевидении и радиоастрономии будущего. Заключает книгу рассказ «Возвращение» — о том, что встретили космонавты на родной планете после тысячелетнего отсутствия.

Васильев М. В. и Гущев С. З. Репортаж из XXI века. Мы записали рассказы тридцати девяти советских ученых о науке и технике будущего. Изд. 2, доп. М., «Советская Россия», 1963. 339 стр. с илл.

Покровский Г. И. и Моралевич Ю. А. На передний край смелой мечты. М., «Молодая гвардия», 1962. 208 стр. с илл.

Что ожидает энергетику в будущем? Какие могут появиться новые двигатели? Каким представляется транспорт грядущего? К чему приведут успехи физики, раскрывающей тайны строения вещества, и биологии, изучающей возможности человеческого организма? Как будет развиваться техника космических сообщений? Рассказывая об этом, авторы опираются на научно-технические достижения сегодняшнего дня, которые позволяют осуществить смелые проекты инженеров и ученых.

Аграновский А. А. Репортаж из будущего. М., Детгиз, 1962. 477 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Будущее рождается сегодня. Из очерков-репортажей читатель узнает, как проектируются гигантские заводы завтрашнего дня, изменяется облик городов и деревень. Специальные репортажи посвящены будущему авиации и метеорологии.

Новосельцев Ю. А. Магистрали грядущего. М., «Советская Россия», 1962. 181 стр. с илл.

Увлекательное путешествие в будущее сухопутного, воздушного и морского транспорта. Повествование о железнодорожных сверхмагистралях и двухкорпусных кораблях, об атомных автомобилях и гигантских сферолетах.

Гильзин К. А. В небе завтрашнего дня. М., «Детская литература», 1964. 222 стр. с илл. (Школьная б-ка)

«Баллистический экспресс», «В небе — атом», «В аэропорту будущего», «На вращающемся крыле» — в этих и ряде других глав читатели познакомятся с авиационной и космической техникой будущего.

Машина — основа современной техники

Вальдгард С. Л. Что надо знать о машинах. М., Детгиз, 1958. 168 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Популярная книга о машиноведении: о роли машин в жизни человека, о физических основах работы машин, о машинах-автоматах и электрификации машин.

Воротников И. А. Конструкторская смекалка. М., Детгиз, 1957. 96 стр. с илл. (В помощь самодеятельности пионеров и школьников).

Книга развивает наблюдательность и конструкторскую смекалку, помогает понять, что форма и устройство любого предмета не случайны. В виде ответов на вопросы в книге раскрываются «тайны» машин.

Беркович Д. М. Рассказы о заводе. М., Детгиз, 1956. 280 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Повесть о работе современного автомобильного завода знакомит читателей с конструкторским бюро и технологическим отделом, с цехами — литейным, кузнечным, механическим, с главным «первом» завода — сборочным конвейером.

Иванов С. М. Семь часов в радуге. М., «Молодая гвардия», 1963. 134 стр. с илл.

Эта книга о технической эстетике — о том, как цвет и форма машин и механизмов влияют на работоспособность, безопасность и производительность труда.

Энергия — движущая сила техники

Ларионов Л. Г. Всюду с нами. Про то, с чем ты будешь встречаться каждый день. М., Детгиз, 1960. 158 стр. с илл.

Рассказы об устройстве и применении электрических двигателей, которые сейчас всюду нас окружают, работают под землей и на земле, в море и в воздухе, под водой и даже вылетали в космос на автоматических межпланетных станциях, дав возможность сфотографировать обратную сторону Луны.

Универсальная энергия. Сборник рассказов об электричестве. М., Детгиз, 1959. 366 стр. (Школьная б-ка).

Этот сборник — маленькая энциклопедия по электричеству, которая знакомит с основами получения электрической энергии (включая и ядерные генераторы тока), ее передачей (линии электропередачи и энергетические системы) и использованием в промышленности и сельском хозяйстве, на транспорте, в автоматике и связи, в быту.

Ларионов Л. Г. Речные миллионы. М., Детгиз, 1958. 284 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Книга об использовании энергии рек, о строительстве огромных гидротехнических сооружений и устройстве сложнейших турбин и генераторов; об умных автоматах, помогающих человеку управлять самыми мощными в мире гидроэлектростанциями.

Григорьев Н. Ф. Шестикрылый великан. Л., Детгиз, 1963. 205 стр. с илл. (Школьная б-ка).

О гидротурбинах.

Бабат Г. И. Электричество работает. Изд. 2, переработ. и доп. М.—Л., «Энергия», 1964. 655 стр. с илл.

Популярная книга о современной электротехнике.

Левин М. И. Машина-двигатель (От водяного колеса до атомного двигателя). Л., Детгиз, 1957. 223 стр. с илл.

История создания, устройство и работа двигателя внутреннего сгорания, паровой и газовой турбин, ракетного и атомного двигателей.

Маркин А. Б. Океан силы. Прошлое, настоящее и будущее энергетики СССР. М., «Молодая гвардия», 1961. 176 стр. с илл.

Васильев М. В. Энергия и человек. М., «Советская Россия», 1958. 318 стр.

Энергия и ее роль в жизни современного человечества — таково содержание книги. Автор рассказывает о различных видах энергии (солнечная, тепловая, электрическая, гидравлическая, ветровая, атомная), их получении и использовании, о перспективах развития энергетики, ее нерешенных проблемах.

Владимиров Л. В. Дороги к незримому кладу. М., «Молодая гвардия», 1962. 128 стр. с илл.

О необычайных двигателях и принципиально новых способах получения электроэнергии без турбо- и гидрогенераторов рассказывает книга.

Ляпунов Б. В. Огненный вихрь. М., «Молодая гвардия», 1957. 80 стр.

Новый мощный двигатель получил широкое применение в последние годы. Благодаря ему появилась скоростная реактивная авиация. Он начинает проникать в энергетику и промышленность. Уже строятся автомобили, суда и локомотивы с этим новым двигателем, который называется газотурбинным.

Бем К. и **Дорге Р.** Атом гигант. Сокращ. перевод с нем. Л., Детгиз, 1960. 303 стр. с илл.

Как была открыта атомная энергия и какое применение в технике будущего она найдет — таково основное содержание книги.

Балабанов Е. М. Солнце на Земле. Рассказы об атоме, атомном ядре и их энергии. Изд. 2. «Молодая гвардия», 1964. 280 стр. с илл.

Энергетика будущего. Беседы по актуальным проблемам науки. М., «Знание», 1964. 56 стр.

В этой книге академики Л. А. Арцимович, Н. А. Доллежаль, В. А. Кириллин, М. Д. Миллионщиков, А. Н. Фрумкин и чл.-корр. АН СССР В. И. Попков рассказывают о новых способах получения электрического тока и о совершенствовании старых, о перспективах развития атомной энергетики, об освоении термоядерной энергии.

Автоматика

Гонек Н. Ф. и Ивин М. Е. Рассказы об автоматике. Л., Детгиз, 1957. 175 стр. с илл.

Автопилот на самолете и автостоп в кабине локомотива, агрегат, разливающий ежечасно две тысячи бутылок молока, и гидроэлектростанция, работающая без людей,— все это заслуга автоматики. Устройству, принципам работы и применению механических слуг в науке, технике и в быту посвящена эта книга.

Азбука автоматики. Сборник. М., «Молодая гвардия», 1964. 351 стр. с илл.

«Нет такой машины, которую нельзя было бы автоматизировать дальше. И если ты займешься этим, никогда не пожалеешь: нет увлекательней головоломки, нет почетней задачи»,— пишет в предисловии к сборнику акад. А. А. Благонравов. Книга доступна школьникам старшего возраста.

Кошкин Л. Н. и Бережной Ю. Н. Вихрь рождает машины. М., «Молодая гвардия», 1962. 80 стр. с илл.

Что такое роторная автоматическая линия? Каковы ее основные свойства? Как она устроена и работает? Беспредельны ли ее возможности? Авторы отвечают на все эти вопросы.

Львов Н. С. Электрический глаз. (Фотоэлектронная автоматика). М., «Знание», 1960. 56 стр. с илл.

Отсек корабля озарился ярким пламенем. Пожар! Мгновенно прозвенел сигнал тревоги, автоматически включились огнетушители. Так фотореле помогло обнаружить и потушить пожар.

О принципах действия фотоэлементов и использовании их в технике безопасности, охране помещений, о солнечных батареях и многом другом узнаешь ты из этой брошюры.

Радиоэлектроника

Мезенцев В. А. Когда помогают невидимки. В мире электроники. М., Детгиз, 1963. 160 стр. с илл.

Без «чудес» электроники не может развиваться ни одна решающая отрасль науки и техники. Книга популярно рассказывает об основах электроники, ее практическом использовании, о первых успехах новой науки — бионики.

Плонский А. Ф. Радиоэлектроника, или Рассказ об удивительных открытиях: о том, как человек приручил волну, о новом Алладине и его лампе, о том, как подслушали разговор звезд, о ста профессиях «мыслящей» машины и о многом другом. М., «Советская Россия», 1958. 224 стр. с илл.

Юрмин Г. А. Гонцы-скороходы. М., «Детский мир», 1961. 95 стр. с илл.

Гонцы-скороходы — это почта, телеграф, телефон, радио и телевидение. Автор рассказывает об истории средств связи от почтовых голубей до телевидения.

Вальдман Э. К. Занимательная телеграфия и телефония. Изд. 2, испр. и доп. М., «Связь», 1964. 174 стр. с илл.

Что «движется» быстрее — молния или телеграмма? Отчего поют провода? Какого врага телефонной связи обнаруживает радиолокатор? На эти и многие другие занимательные вопросы отвечает книга, состоящая из трех разделов, посвященных электротехнике, телеграфии и телефонии.

Сворень Р. А. Ваш радиоприемник. М., «Знание», 1963. 192 стр. с илл. (Электроника для всех).

«Книга «Ваш радиоприемник» — удачный пример того, как можно просто, занимательно и в то же время

достаточно конкретно рассказать о радиоэлектронной технике ...воспользовавшись радиовещательным приемником как «наглядным пособием»,—пишет в предисловии член-корр. Академии наук СССР В. Сифоров.

Голованов Л. В. С микроскопом в радиотехнику. Приложение — описание карманного любительского радиоприемника «Москва-2». М., «Знание», 1964. 127 стр. со схем. (Электроника для всех).

Путь развития радиотехники от первых объемных приемников до современной микроминиатюрной электронной аппаратуры.

Айсберг Е. Радио?.. Это очень просто! Перевод с франц. М.—Л., Госэнергоиздат, 1963. 156 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека).

В популярной форме книга знакомит с основами радиотехники.

Марьянин Я. З. и Пономарев Д. А. Телевидение в действии. М., Детгиз, 1961. 110 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Телеглаз не только развлекает, но и проникает туда, где опасно вести наблюдения самому человеку. Металлургам и железнодорожникам телевидение помогает управлять производством, космонавтам и океанологам — познавать тайны природы.

Айсберг Е. Телевидение?.. Это очень просто! Перевод с франц. М.—Л., Госэнергоиздат. 1963. 136 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека).

О принципах работы телевизионной аппаратуры, и прежде всего приемной. Многочисленные схемы и веселые рисунки помогают усвоить текст.

Артемьев И. А. Будни радиолокации. М., Детгиз, 1960. 287 стр. с илл. (Школьная б-ка).

О применении радиолокации на земле и в космосе, на море и в воздухе.

Анфилов Г. Б. Что такое полупроводник? М., Детгиз, 1957. 143 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Борисов Е. Б. и Пятнова И. И. Ключ к Солнцу. Рассказы о молодой науке и новой области техники, сделавшей возможным космическое радио и телевидение, электростанции без машин и многое другое,— словом, рассказы о полупроводниках. Изд. 2, доп. М., «Молодая гвардия», 1964. 304 стр. с илл.

Айсберг Е. Транзистор?.. Это очень просто! Пер. с франц. М.—Л., «Энергия», 1964. 112 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека).

«Мы попытались,— пишет Айсберг в предисловии,—создать книгу, предназначенную для тех, кто уже владеет основами радиотехники и желает без особых трудов освоить особенности транзисторной техники».

Как добывают полезные ископаемые

Бахтамов Р. Б. Человек штурмует Землю. М., Детгиз, 1963. 238 стр. с илл.

Недра Земли — кладовая сокровищ. Как добывали полезные ископаемые в прошлом, как добывают их теперь, как станут добывать в будущем? Какими материалами пользуется современная техника? Какую роль играют в ней редкие и ценные элементы? Можно ли использовать подземное тепло? Каковы задачи дальнейшего штурма Земли? На эти вопросы отвечает автор.

Ляпунов Б. В. Неоткрытая планета. М., Детгиз, 1963. 188 стр. с илл.

Какая техника понадобится для добычи ископаемых с больших глубин? Что такое геотехнология? Какая техника будет у космонавтов-геологов, которым предстоит осваивать богатства других планет? В книге ты найдешь ответы на эти вопросы.

Тувин Ю. Р. Соперник алмаза. М., Детгиз, 1961. 78 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Шесть тысяч лет алмазы помогали людям бурить наиболее крепкие породы, обрабатывать самые прочные металлы. И вдруг у алмаза — самого твердого вещества — появился соперник. И соперничество кончилось поражением алмазов. А победителем стала ... металлургия, но не обычная, а порошковая.

Краснов А. И. Книга о нефти. М., «Молодая гвардия», 1959. 176 стр. с илл.

Нефть недаром называют «черным золотом». Ведь из нее получают бензин, керосин, этилен, каучук, мазут, меха, пластмассы, удобрения, рубины, типографские краски ... впрочем, трудно даже перечислить все, что можно сделать из нефти. Лучше прочитай книгу о том, как добывают нефть и как используют ее в народном хозяйстве.

Жемчужников Ю. А. и Гор Г. С. Каменный уголь. Л., Детгиз, 1956. 79 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Только ли в шахтах добывают каменный уголь? А как, не вынимая уголь из шахты, заставить его служить человеку? Сколько у нас «всесоюзных кочегарок»? Вот на какие интересные вопросы отвечает книга об угле, который В. И. Ленин называл «хлебом промышленности».

Михайлов Б. Голубой меч. М., «Молодая гвардия», 1959. 94 стр. с илл.

Прочитав эту книгу, ты узнаешь, как советские люди первыми научились добывать уголь водой, считавшейся испокон веков злейшим врагом горняков.

Андреева Е. В. Без соли не проживешь. Л., Детгиз, 1963. 174 стр. с илл.

Без соли не только не может жить человек, но не могут развиваться многие отрасли промышленности. Почему же обыкновенную поваренную соль ничем нельзя заменить? Почему раньше ценилась она дороже золота? Прочитав эту книгу, ты получишь ответы на эти вопросы.

Как получают и обрабатывают металлы

Болдырев С. Н. Книга о металле. М., «Молодая гвардия», 1956. 350 стр. с илл.

Рябикин Б. П. Рассказы о «мудром железе». М.—Л., Госэнергоиздат, 1961. 80 стр. с илл.

Рассказы о древнем спутнике человека — магните; о его истории и загадочных свойствах, о том, как магнит нашел широчайшее применение в технике и в быту.

Васильев М. В. Металлы и человек. М., «Советская Россия», 1962. 416 стр. с илл.

Книга о получении и свойствах металлов, о том, как человек узнал удивительные особенности редких металлов, научился наиболее прогрессивным методам металлообработки, нашел металлам бесчисленное применение.

Флоров В. А. и Юдкевич Р. В. Металлы будущего. М., «Советская Россия», 1960. 184 стр. с илл.

Книга знакомит читателя с редкими металлами: молибденом, титаном, цезием и др., которые придают удивительные свойства высококачественным сплавам.

Ключников С. И. Штамп и резец. М., «Знание», 1963. 32 стр. с илл.

Что такое штамповка? В чем ее преимущества перед обработкой металла резцом? Как штампуют сейчас детали? Можно ли сделать отверстие с помощью штампа? Как получить штампосварную деталь? Об этом рассказывается в брошюре.

Васильев Б. В. Без резца и штампа. Новое в обработке металла. М., «Знание», 1965. 47 стр.

Об электронных, магнитных, химических, взрывных и других методах обработки металлов.

Перля З. Н. Человек режет металл. Рассказы о станках. М., Детгиз, 1958. 350 стр. с илл.

В книге рассказано, как люди веками совершенствовали станки для обработки металлов, как техника прошла путь от древнеегипетских и средневековых станков до современных заводов-автоматов и новейших способов резания металлов с помощью электрической искры и ультразвука.

Володин В. С. Чудесный шов. М., «Молодая гвардия», 1961. 175 стр. с илл. (Техника семилетки).

Кто открыл электросварку? Можно ли электрическую дугу зажечь под водой? Что такое сварка под флюсом? Сколько километров сварных швов на атомоходе «Ленин»? На эти и многие другие вопросы и отвечает книга о голубом пламени электросварки.

Карпов Л. П. Термист в школе. М. — Свердловск, Машгиз, 1963. 111 стр. с илл.

О простейших способах термообработки черных и цветных металлов.

Клячко А. Б. Автоматика точности. М., «Знание», 1963. 48 стр. с илл.

Автоматизация контроля — одна из важнейших задач современного производства.

Химическая промышленность[1]

Розен Б. Я. Материалы тысячи назначений. Л., Детгиз, 1960. 143 стр. с илл.

О том, как полимеры заменяют дерево, металл, кожу и хлопок.

Зубарев Г. Н. Что ты знаешь о пластмассах. М., Детгиз, 1960. 143 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Что бы произошло, если бы внезапно исчезли все искусственные полимерные материалы? С этой фантастической идеи и начинается в книге рассказ о настоящем и будущем пластмасс.

Зубарев Г. Н. Химия в цехе. М., «Молодая гвардия», 1962. 110 стр. с илл. (Книжки-помощники).

Книга о химических процессах, происходящих в цехах, где обрабатываются сталь и дерево, производится железобетон и отделываются ткани.

Вольпер И. Н. Большая химия. М., «Молодая гвардия», 1961. 160 стр. с илл.

Об охтинском химическом комбинате в Ленинграде, о подмосковном «Большом капроне» в Клину, о городе химиков — Казани рассказывается в ряде глав этой книги.

Козлов П. М. Вторжение мифа. М., «Молодая гвардия», 1960. 78 стр. с илл. (Химия идет в наступление).

Книга о борьбе с коррозией металлов и о других применениях химии в машиностроении.

Строительство

Тонин Ю. А. Каменный друг. Рассказы о том, как города меняют лицо. Л., Детгиз, 1962. 167 стр. с илл.

Тонин Ю. А. Как камень стал железным. Л., Детгиз, 1956. 159 стр. с илл.

Когда впервые стали употреблять бетон? Почему его называют чудесным камнем? Что такое железобетон? Вот о чем говорит эта книга.

[1] Литературу о химии см. также в т. 3 ДЭ.

Жигарев Л. В. Дома поднимаются в будущее. М., Профиздат, 1961. 192 стр. с илл.

Книга о кирпиче, железобетоне и цементе.

Андреева Е. В. и Андреев Ю. Н. Огнем рожденное. Л., Детгиз, 1957. 207 стр. с илл.

В огне землетрясений появилось на нашей планете первое вулканическое стекло. Люди же научились получать стекло более пяти тысяч лет назад. С тех пор стекло все более входит в жизнь человека. Ныне наука и техника невозможны без стекла. Книга «Огнем рожденное» и знакомит с историей стекла, технологией его изготовления и разнообразным применением.

Арсеньев Л. Б. Накануне новоселья. М., «Молодая гвардия», 1962. 109 стр. с илл.

Пеностекло и древесностружечная плита, минеральная вата и струнобетон — это новые строительные материалы. Пакетировщик и складывающийся кран, панелевоз и вертолет — современная строительная техника. О них эта книга.

Зубарев Г. Н. Дом сделан на заводе. М., Детгиз, 1958. 127 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Башенный кран быстро поднимает и устанавливает готовые стены, перегородки. Дом не строится, а собирается из готовых деталей, пришедших на смену кирпичу. О сборном железобетоне, совершившем революцию в строительстве, рассказывает книга.

Как изготовляют одежду и продукты питания

Юрмин Г. Дорогу, волшебная нитка идет! М., «Детский мир», 1962. 80 стр. с илл.

Прочитай эту книжку—и узнаешь о тканях, которые теплы, как шерсть, и легки, как шелк, в воде не тонут и в огне не горят, да и моль их не ест.

Орлов В. Т. О чем рассказывает нитка. (Ткани в поле растут). М., Детгиз, 1961. 112 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Книга знакомит с машинами, которые перерабатывают лен, пеньку, кенаф и джут на прядильно-ткацких фабриках.

Капустин И. И. Конвейер скороходов. М., «Молодая гвардия», 1960. 80 стр. с илл. (Техника семилетки).

О машинах, делающих обувь.

Борисов Е. Б. и Пятнова И. И. О самом обыкновенном. М., «Молодая гвардия», 1955. 182 стр. с илл.

Один хлебозавод-гигант может прокормить город с миллионным населением. О его работе, а также о машинах, производящих сахар, мясные, молочные и другие самые обыкновенные продукты, и рассказывает книга.

Транспорт

Моралевич Ю. А. Победители расстояний. М., «Знание», 1962. 48 стр.

О транспорте — наземном, водном, воздушном и космическом.

Ермаков А. П. и Сырмай А. Г. Атомная энергия и транспорт. М., Изд-во АН СССР, 1963. 151 стр. с илл. (Науч.-попул. серия).

Использование атомной энергии в авиации, в морском и речном транспорте, в железнодорожном и автомобильном транспорте. Для учащихся старших классов.

Царенко А. П. Поезд отправляется в путь. М., Трансжелдориздат, 1962. 143 стр. с илл.

«И ты, юный читатель,—пишет в предисловии автор книги,— наверное, не раз провожал взглядом встречные поезда, с интересом всматривался в хитроумные сплетения станционных путей, старался разгадать назначение многочисленных железнодорожных устройств. Наблюдения рождали уйму вопросов: как появляются поезда и кто руководит их движением, зачем нужны станции, какая сила, способная тащить огромные составы, заключена в электровозах, тепловозах и паровозах. Ответы на свои вопросы ты найдешь в этой книге».

Бо́лгаров Н. П. Пароход. Л., Детгиз, 1958. 232 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Книга состоит из четырех частей: «От челна до электрохода», «Почему и как плавает пароход», «Как построили пароход» и «Какие бывают пароходы».

Моралевич Ю. А. Первый в мире. Рассказ об атомном ледоколе «Ленин». М., «Детский мир», 1958. 71 стр. с илл.

Гребнев Б. Г. и Гребнев С. М. Крылатые корабли. М., Детгиз, 1959. 135 стр. с илл.

Ильин В. А. На грани двух стихий. М., «Молодая гвардия», 1964. 144 стр. с илл.

Обе книги посвящены крылатым кораблям — скоростным судам на подводных крыльях, открывшим новую страницу в истории судостроения. В них рассказано о рождении этого нового типа судов, об их первом применении. Объясняется принцип плавания на подводных крыльях, а в книге В. Ильина — и на воздушной подушке. Авторы заглядывают и в будущее скоростного водного транспорта.

Гильберг Л. А. На воздушной подушке. М., «Знание», 1963. 38 стр. с илл.

В брошюре рассказывается о принципах устройства аппаратов на воздушной подушке — судах, автомобилях, «воздушных мотоциклах».

Ганф Л. А. и Дмитриев А. Н. Путь корабля. Л., «Судостроение», 1964. 258 стр. с илл.

Популярная книга о кораблях самого различного назначения. Авторы знакомят с историей отечественного кораблестроения, с тем, как проектируют и строят суда, с устройством и работой судовых систем.

Берман Л. В. Путешествие по стране Авто. М., Детгиз, 1961. 221 стр. с илл.

Герой этой книги — житель страны лилипутов — попадает внутрь громадного «чудовища» — автомобиля. Последовав за ним, и ты познакомишься с устройством автомобиля, поймешь, что происходит в машине во время ее работы.

Беляев Н. З. Знакомьтесь — автомобиль! М., «Молодая гвардия», 1957. 192 стр. с илл.

Автор живо и доходчиво рассказывает об устройстве автомобиля. Читатели познакомятся с силовой установкой, силовой передачей, ходовой частью, рулевым управлением и тормозами. В заключение даются советы о том, как управлять автомобилем и устранять мелкие неисправности.

Долматовский Ю. А. Повесть об автомобиле. Изд. переработ. и доп. М., «Молодая гвардия», 1958. 262 стр. с илл.

Эта повесть, пишет автор, «о том, как вообще появилось понятие «автомобиль», как он родился, развивался, каким стал и каким, возможно, еще станет».

Наши крылья. Молодежи о советской авиации. М., «Молодая гвардия», 1959. 350 стр. с илл.

Эта книга о тех, кто летает дальше, быстрее и выше всех, — о героических советских летчиках. В ряде статей и очерков рассказывается о современной авиационной технике, о сложной и разнообразной работе Гражданского Воздушного Флота. Авиации будущего посвящена глава «Заглянем в завтрашний день».

Иллюстрированный авиационный словарь для молодежи. М., Изд-во ДОСААФ, 1964. 455 стр. с илл.

Словарь содержит около 1000 слов, терминов и понятий, употребляемых в современной авиации.

Яковлев А. С. Рассказы авиаконструктора. Доп. изд. М., «Детская литература», 1964. 342 стр. с илл.

От авиамоделиста до известного авиационного конструктора дважды Героя Социалистического Труда— таков путь автора этой книги. А. С. Яковлев рассказывает не только о самолетах, созданных им, но и о выдающихся конструкторах — Лавочкине, Туполеве, Микояне, Ильюшине, Климове, об известных летчиках-испытателях — Чкалове, Громове, Анохине.

Кондратьев П. В. Вертолеты и их применение. М., Изд-во ДОСААФ, 1960. 159 стр. с илл.

Книга об истории создания, устройстве современных вертолетов, их многообразном применении в народном хозяйстве. Заключительная глава — о реактивных вертолетах.

Захарин В. А. Авиация вертикального взлета. М., Изд-во ДОСААФ, 1961. 71 стр. с илл.

Самолет — пленник аэродрома: чем стремительней полет, тем выше посадочная скорость самолета. А вертолет сумеет взлетать даже с крыши. Зато самым быстроходным вертолетам не угнаться за самолетом. Эта книга о летательных аппаратах, объединяющих достоинства самолетов и вертолетов.

Баев Л. К. Реактивные самолеты. М., Изд-во ДОСААФ, 1958. 224 стр. с илл.

История авиации — борьба за скорость. Победу в этой борьбе одержал реактивный двигатель. Автор знакомит с устройством современных реактивных самолетов и вертолетов, с тем, как действуют самолетные приборы и агрегаты.

Сушков Ю. Н. Двигатели космических кораблей. М., Воениздат, 1962. 172 стр. с илл. (Науч.-попул. б-ка).

В книге подробно изложено устройство и применение ракетных двигателей на жидком топливе; показываются перспективы создания атомных, плазменных, термоядерных, ионных ракетных двигателей. Затронута также идея фотонного звездолета.

Экономов Л. А. Повелители огненных стрел (Слово о ракетах и ракетчиках). М., «Молодая гвардия», 1964. 319 стр. с илл.

Популярная книга о наших ученых и изобретателях 20—40-х годов, создавших предпосылки того, чтобы во второй половине XX в. взлетали советские спутники и космические корабли.

Ляпунов Б. В. Ракеты и межпланетные полеты. М., Воениздат, 1962. 123 стр. с илл. (Науч.-попул. б-ка).

О технике космических путешествий — ее истории, настоящем и будущем — рассказывается в главах «Из истории идеи межпланетных сообщений», «Современные ракеты и межпланетные полеты», «Техника космических путешествий».

Казневский В. П. Космические ракеты. М., Учпедгиз, 1961. 124 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Книга о первых советских и американских искусственных спутниках Земли, о советских космических ракетах, о корабле-спутнике «Восток-1». Ряд глав посвящен созданию и устройству ракетного двигателя и ракетным топливам.

Штернфельд А. А. От искусственных спутников к межпланетным полетам. Изд. 2, переработ. и доп. М., Физматгиз, 1959. 203 стр. с илл.

В книге изложены основы космонавтики. Технической стороне проблемы посвящены разделы «Космический летательный аппарат», «Использование искусственных спутников», «На борту космического корабля». Отдельно рассматриваются полет к Луне и межпланетные полеты. Книга доступна школьникам старших классов.

Маленькие рассказы о большом Космосе. Изд. 2. Сборник. М., «Молодая гвардия», 1964. 368 стр. с илл.

Эта книга представляет собой своеобразную небольшую энциклопедию, которая составлена из коротких статей по различным вопросам, связанным с полетами в космос. Среди них — история космонавтики; ракетная техника; полеты первых космонавтов; перспективы будущих космических путешествий.

Клушанцев П. В. К другим планетам! Л., Детгиз, 1962. 80 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Книга ответов на вопросы о межпланетных путешествиях. В главах-ответах рассказывается, что такое космос; какие трудности необходимо преодолеть, чтобы улететь с Земли; как устроена ракета; что представляют собой искусственные спутники и какой будет внеземная станция; как может произойти лунный перелет; для чего нужно изучать другие планеты.

Домбровский К. И. Про Луну и про ракету. М., «Детская литература», 1964. 93 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Книга ответов на вопросы из области астрономии, ракетной техники и космонавтики; она рассказывает об искусственных спутниках, спутниках-кораблях, ракетах и автоматической межпланетной станции, полетах советских космонавтов, о будущем путешествии на Луну.

Гильзин К. А. Путешествие к далеким мирам. Изд. 2, доп. М., Детгиз, 1960. 317 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Рассказ о космонавтике — науке о полетах в космос, ее настоящем и будущем. В приложении юные астрономы и космонавты найдут основные формулы и справочные сведения из области космонавтики.

Ребров М. Ф., Хозин Г. С. Нас ждет Луна. М., «Советская Россия», 1964. 181 стр. с илл.

Книга посвящена одной из проблем космонавтики — полету на Луну.

Муслин Е. С. Грузы идут по трубам. М., «Знание», 1963. 32 стр.

О новом «неподвижном» транспорте — трубопроводном.

Галонен Ю. М. Городской пассажирский транспорт. М., «Знание», 1961. 48 стр. с илл.

Емельянов О. Е. и Карпухин Л. Л. Московский метрополитен. Изд. 2, переработ. М., «Московский рабочий», 1960. 63 стр. с илл.

История создания Московского метрополитена. О поездах метро, о жизни подземного города.

Техника на службе науки, искусства и быта

Рейнберг М. Г. Думающие машины. М., Детгиз, 1957. 127 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Из этой книги вы узнаете о машинах, которые имеют механический мозг, память и слух. Они заменяют труд сотен тысяч людей. Они управляют производством и рассчитывают орбиту космического корабля, предсказывают погоду и ставят диагнозы. И все-таки человек умнее и сильнее любой электронной машины, так как он ее творец.

Васильев М. В. Человек идет к звездам. М., «Машиностроение», 1964. 335 стр. с илл.

Увлекательный рассказ о трудном и победном пути человечества к звездам. От древних легенд до космических кораблей «Восток» прослеживает автор этот путь. Главы «Дальние дороги», «Взгляд сквозь столетие», «Встречи в космосе» — о будущем космонавтики.

Ляпунов Б. В. Станция вне Земли. М., Воениздат, 1963. 151 стр. с илл. (Науч.-попул. б-ка).

«Пришло время осуществления казавшихся ранее фантастическими проектов — время создания внеземных научных станций-обсерваторий...» — говорилось в сообщении о первом полете человека в космос. Автор рассказывает, что такое внеземная станция, какие задачи необходимо решить, чтобы ее создать, какой может быть конструкция станции.

Прингл П. Приключения под водой. Перевод с англ. Изд. 2. Л.. Гидрометеоиздат, 1964. 229 стр. с илл. (На суше, в море, в воздухе).

Популярный очерк о развитии водолазного дела от конца XIX в. до наших дней.

Ляпунов Б. В. Впереди — океан! М., «Советская Россия», 1961. 179 стр. с илл.

Диомидов М.Н.и Дмитриев А. Н. Покорение глубин. Под ред. и с предисл. чл.-корр. АН СССР Л. А. Зенкевича. Изд. 2, испр. и переработ. Л., «Судостроение», 1964. 384 стр. с илл.

Обе книги посвящены освоению океана. В них рассказано об исследовательском флоте, о глубоководных аппаратах — батисфере, гидростатах, подводных лодках, батискафах, о том, как техника позволяет человеку освоить океан.

Дорохов А. А. Сердце на ладони. М., Детгиз, 1962. 127 стр. с илл.

Когда хирург оперирует человеку сердце, жизнь больного поддерживает искусственное сердце. Об аппаратах и приборах, помогающих одерживать победы над болезнями, рассказано в разделах «Электрические разведчики», «Оружие хирурга» и «Стальное сердце и стеклянные легкие».

Сапарина Е. В. Тортила учится думать. М., Детгиз, 1963. 126 стр. с илл.

Наиболее важные открытия ожидаются на стыке биологии и электроники. Дружбе этих наук и ее значению для развития биологии и медицины посвящена эта книга.

Морозов С. А. Человек увидел все. М., «Молодая гвардия», 1959. 207 стр. с илл.

Книга о научно-исследовательской фотографии: о том, как фотография «останавливает» и «убыстряет» ход времени, помогает проникнуть в тайны неведомого и невидимого, открывает путь к недоступному.

Домбровский К. И. Внимание ... съемка! М., Детгиз, 1959. 176 стр. с илл.

Эта книга о том, как скоростная киносъемка помогает в сложнейших научных исследованиях.

Голдовский Е. М. Кино в науке и технике. М., «Знание», 1962. 32 стр. с илл.

Школьнику, знакомому с принципами фотографии, интересно будет узнать, как используется киносъемка в исследовательской работе. Изучение процессов взрыва, поведения материалов, работы сердца, полета птиц, действия механизмов и машин — лишь немногие примеры областей применения научного кино.

Смирнов В. С. От елки до газеты. М., Учпедгиз, 1962. 59 стр. с илл. (Политехническая б-ка школьника).

О том, как делают газетную бумагу, какие для этого служат машины, как работает ротационная машина, на которой печатаются газеты.

Горбачевский Б. С. Говорящие листки. М., «Детский мир», 1960. 86 стр. с илл.

«Говорящими листками» называли в древности книги и бумагу. Как был отлит первый бумажный лист, как делается бумага сегодня и какой она будет завтра — обо всем этом ты узнаешь из этой книги.

Немировский Е. Л., Горбачевский Б. С. Рождение книги. М., «Советская Россия», 1957. 230 стр. с илл.

Рассказ о том, как появилось книгопечатание, как оно развивалось вплоть до наших дней, каким можно представить себе завтрашний день полиграфии.

Выдающиеся деятели техники

Рассказы из истории русской науки и техники. М., «Молодая гвардия», 1957. 590 стр. с илл.

Очерки о работах русских ученых в области электротехники, металлургии, сельскохозяйственного машиностроения, строительства, двигателестроения, транспорта и т. д.

Голоушкин В. Н. Укрощенная стихия. (Рассказы о русских электротехниках). Л., Детгиз, 1961. 174 стр. с илл.

Гумилевский Л. И. Создатели двигателей. М., Детгиз, 1960. 384 стр. с илл.

История создания машин, вырабатывающих энергию, начиная с водяного колеса и паровой машины и кончая газовой турбиной. Ползунов, Уатт, Дизель, Жуковский, Лаваль и другие замечательные изобретатели — герои этой книги.

Уилсон М. Американские ученые и изобретатели. М., «Знание», 1964. 151 стр. с илл.

Очерки о Б. Франклине, Р. Фултоне, С. Морзе, Т. Эдисоне и других деятелях науки и техники.

Ивич А. Приключения изобретений. М., Детгиз, 1962. 240 стр. с илл.

32 занимательных рассказа об истории техники, об удивительных изобретениях и их творцах.

Шпанов Н. Н. Повести об удачах великих неудачников. М., Детгиз, 1959. 192 стр. с илл.

Об изобретателе парового котла Д. Папене и двигателя внутреннего сгорания Ж. Ленуаре.

Осипов К. и Домбровская Е. А. Путь ученого. Биографическая повесть. М., Детгиз, 1958. 152 стр. с илл.

Об отце русской авиации — Н. Е. Жуковском.

Арлазоров М. С. Жуковский. М., «Молодая гвардия», 1959. 302 стр. с илл. (Жизнь замечательных людей).

Яновская Ж. И. Академик корабельной науки. Л., Детгиз, 1955. 165 стр. с илл.

Об академике А. Н. Крылове.

Ивич А. Художник механических дел. Повесть о Кулибине. М., Детгиз, 1958. 77 стр. с илл.

Кочин Н. И. Иван Петрович Кулибин. 1735—1818. Изд. переработ. и доп. М., «Молодая гвардия», 1957. 239 стр. с илл. (Жизнь замечательных людей).

Александров И. и Григорьев Г. Михаил Кураков. Изд. 3., испр. М., «Молодая гвардия», 1958. 143 стр. с илл. (Жизнь замечательных людей).

О выдающемся русском металлурге.

Данилевский В. В. Нартов. М., «Молодая гвардия», 1960. 173 стр. с илл. (Жизнь замечательных людей).

Шнейберг Я. А. У истоков электротехники. Жизнь и деятельность первого русского электротехника академика В. В. Петрова. М., Учпедгиз, 1963. 147стр. с илл. (Б-ка школьника).

Виргинский В. С. Джордж Стефенсон — выдающийся английский инженер и изобретатель. (К 175-летию со дня рождения). М., «Знание», 1956. 32 стр. с илл.

Арлазоров М. С. Циолковский. М., «Молодая гвардия», 1963. 335 стр. с илл. (Жизнь замечательных людей).

Виргинский В. С. Черепановы. М., «Молодая гвардия», 1957. 237 стр. с илл. (Жизнь замечательных людей).

Лапиров-Скобло М. Я. Эдисон. М., «Молодая гвардия», 1960. 255 стр. с илл. (Жизнь замечательных людей).

Капцов Н. А. Павел Николаевич Яблочков. 1847—1894. Его жизнь и деятельность. М., Гостехиздат, 1957. 96 стр. с илл. (Люди русской науки).

Юным любителям техники

Рабиза Ф. В. Техника твоими руками. М., Детгиз, 1961. 140 стр. с илл. (Б-чка пионера «Знай и умей»).

Курденков К. Н. Юные умельцы дома. Л., Детгиз, 1959. 112 стр. с черт. (В помощь самодеятельности пионеров и школьников).

Курденков К. Н. и Юркан Ю. А. Юным умельцам. М., «Молодая гвардия», 1962. 143 стр. с илл.

Леонтьев Д. П. Работы по дереву. Л., Детгиз, 1962. 223 стр. с илл. (Б-чка пионера «Знай и умей»).

Леонтьев П. В. Работы по металлу. Л., Детгиз, 1961. 156 стр. с илл. (Б-чка пионера «Знай и умей»).

Якобсон А. Х. Буду электротехником. Изд. 2, доп. М., «Детская литература», 1964. 127 стр. с илл. (Б-чка пионера «Знай и умей»).

Стрелков П. Г. Пионер-электротехник. М., Детгиз, 1960. 223 стр. с черт. (Б-чка пионера «Знай и умей»).

Верхало Ю. Н. Самодельные приборы по электротехнике. Л., Детгиз, 1956. 216 стр. с илл. (В помощь самодеятельности пионеров и школьников).

Тарасов Б. В. 25 самоделок. В помощь юному технику. М., «Молодая гвардия», 1956. 86 стр. с илл.

Чертежи и описания самоделок по электротехнике.

Богатков В. Н., Гальперштейн Л. Я. и Хлебников П. П. Электричество движет модели. М., Детгиз, 1958. 206 стр. с илл. (В помощь самодеятельности пионеров и школьников).

Большов В. М. и Гукин В. И. Книга начинающего радиолюбителя. М., Изд-во ДОСААФ, 1964. 238 стр. с илл.

Климчевский Ч. Азбука радиолюбителя. Пер. с польск. М., «Связь», 1962. 356 стр. с илл.

Клементьев С. Д. Управление моделями по радио. М., Детгиз, 1957. 223 стр. с илл. (В помощь самодеятельности пионеров и школьников).

Хрестоматия радиолюбителя. Изд. 3, переработ. и доп. М.—Л., Госэнергоиздат, 1963. 288 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека).

Шминке Г. А. Модели-автоматы. М., «Молодая гвардия», 1958. 104 стр. с илл.

Иванов Б. С. Электроника своими руками. М., «Молодая гвардия», 1964. 167 стр. с илл.

Рапков В. И. и Пекелис В. Д. Юный киномеханик. М., Детгиз, 1962. 256 стр. с илл. (Б-чка пионера «Знай и умей»).

Рапков В. И. и Пекелис В. Д. Азбука кинолюбителя. Сколько букв в азбуке кинолюбителя? или Как самому написать сценарий, снять фильм, обработать пленку, смонтировать и показать кинофильм. Изд. 2, испр. и доп. М., Профиздат, 1964. 432 стр. с илл.

Симонович И. З. Пионер-судостроитель. М., «Детская литература», 1964. 142 стр. с илл. (Б-чка пионера «Знай и умей»).

Лучининов С. Т. Юный моделист-кораблестроитель. Модели исторических судов. Модели морских и речных судов. Яхты-модели. Модели скоростные. Л., Судпромгиз, 1963. 191 стр. с илл.

Лучининов С. Т. Юный кораблестроитель. Организация и содержание работы кружка юных судомоделистов. Изд. 2, переработ. и доп. М., «Молодая гвардия», 1955. 262 стр. с черт.

Либерман Л. М. Автомобили на столе. М., «Детская литература», 1964. 120 стр. с илл. (Б-чка пионера «Знай и умей»).

Гальперштейн Л. Я. и Хлебников П. П. Мы строим машины. М.—Л., Детгиз, 1953. 12 стр. с илл. (В помощь самодеятельности пионеров и школьников).

Клиентовский Г. Б. и Псахис З. Я. Модели автомобилей с резиновыми пружинными двигателями. М., Изд-во ДОСААФ, 1960. 104 стр. с илл. (Б-ка юного конструктора).

Либерман Л. М. Машины на стройке. Модели строительных машин. М., Детгиз, 1960. 144 стр. с илл. (Б-чка пионера «Знай и умей»).

Гаевский О. К. Авиамоделирование. Изд. 2, испр. и доп. М., Изд-во ДОСААФ, 1964. 356 стр. с илл.

Пособия по моделированию два раза в месяц выпускаются в виде приложения к журналу «Юный техник». Кроме того, издательство «Детская литература» издает «Библиотечку пионера «Знай и умей», ряд выпусков которой посвящен техническому творчеству; издательство ДОСААФ — «Библиотеку юного конструктора», предназначенную, как правило, умельцам «со стажем»; издательство «Энергия» — «Массовую радиобиблиотеку», некоторые выпуски которой доступны пионерам и школьникам, увлекающимся радиотехникой. С 1965 г. издательство «Энергия» выпускает серию книг для школьников — «Юным радиолюбителям»; «Юный моделист-конструктор» — альманах для юных умельцев — выходит ежеквартально в издательстве «Молодая гвардия».

Рекомендуем также пособие «В помощь детской технической самодеятельности. Указатель литературы для школьников». Л., Детгиз, 1962. 64 стр. (Дом детской книги. Ленинградский филиал).

В указателе рекомендуются 263 книги и брошюры по важнейшим разделам технической самодеятельности пионеров и школьников.

СЛОВАРЬ-УКАЗАТЕЛЬ

Предположим, что вы интересуетесь техникой вообще. Тогда читайте наш том постепенно, раздел за разделом. Если же ваш интерес более целенаправлен, если вы хотите узнать, скажем, как добывают полезные ископаемые, тогда к вашим услугам статьи, рисунки, схемы, фотографии раздела, который так и называется «Как добывают полезные ископаемые».

Но, возможно, эта книга понадобится вам для справки о каком-либо частном вопросе техники. В этом случае, конечно, оглавление поможет не всегда — ведь в названии статьи не упомянешь обо всем, о чем в ней говорится. Вот тут-то и пригодится вам «Словарь-указатель»: он будет вашим путеводителем по тому. После краткого объяснения смысла того или иного термина или столь же кратких данных о деятеле техники в «Словаре-указателе» помещены цифры — иногда одна, иногда две-три. Они показывают, на какой странице (или на каких страницах) вы сможете найти более подробные сведения по этому вопросу.

«Словарь-указатель» призван помочь вам и в другом случае. При чтении той или иной статьи вы можете встретить непонятные термины. Загляните в «Словарь-указатель»: здесь, как уже говорилось, вы найдете и краткое объяснение термина, и ссылку на страницы тома, где этот термин объяснен подробно.

Умело пользуясь оглавлением и «Словарем-указателем», вы без труда найдете в этой книге ответы на большинство вопросов по проблемам технических наук, промышленности, транспорта, связи.

* * *

А

Абсорбция — поглощение вещества из раствора или газовой смеси какими-либо твердыми телами или жидкостями.— 370

Авиагоризонт — прибор, показывающий положение продольной и поперечной осей самолета по отношению к горизонту.— 431

Авиасекстант—инструмент для определения местонахождения самолета.— 433

Автоматизация производства — применение комплексов устройств, позволяющих осуществлять производственный процесс без непосредственного участия человека.— 19, 30, 120

Автоматика — отрасль науки и техники, охватывающая теорию и принципы построения автоматов и автоматических систем.—30, 120

Автоматическая линия — совокупность машин, автоматически выполняющих весь цикл операций по производству изделий.—136, 251

Автоматическая телефонная станция (АТС)— телефонная станция, на которой все операции по соединению абонентов между собой выполняются автоматически.— 136, 162

Автоматический контроль — проверка работы машин с помощью измерительной и сигнальной аппаратуры без непосредственного участия человека.—131, 272

Автоматическое регулирование — поддержание регуляторами без непосредственного участия человека требуемых параметров физических величин, характеризующих режим работы машин.— 126, 134

Автоматическое управление — управление всем производственным процессом (автомата или автоматической линии) без непосредственного участия человека.—135

Автопилот — устройство для автоматического управления самолетом.—129, 424, 435

Автостоп — устройство для автоматической остановки поезда.— 390

Агрегатный станок — станок, составленный из стандартных агрегатов (узлов) и деталей.—59, 250

Акваланг — аппарат для дыхания человека под водой.— 472

Акватория — водное пространство в границах порта.— 407

Аккумулятор — прибор для накопления энергии.—113

Акселерометр — прибор для измерения ускорений.—435

Аксонометрия — способ изображения предметов на чертеже.—65

Амортизатор — устройство для смягчения ударов.—418

Анид — синтетическое волокно. В других странах известно под названием нейлона или найлона.—308

Анодно-механическая обработка — один из способов электроэрозионной обработки металлов.—253

Аносов, Павел Петрович (1791—1851).—508

Антенна — устройство для излучения или улавливания электромагнитных волн.—175

Арматура — металлические стержни, образующие скелет железобетонных деталей сооружения.—317

Архимед (ок. 287—212 гг. до н. э.) — древнегреческий математик и механик.— 23

Асинхронный двигатель — электродвигатель переменного тока, у которого скорость вращения ротора не равна скорости вращения магнитного поля (не синхронна с ним, т. е. асинхронна) и изменяется в зависимости от нагрузки.—93, 111

Атомная электростанция — энергетическая установка, преобразующая в электрическую энергию тепло, выделяющееся в ядерном реакторе в процессе деления ядер атомов.—28, 104

Атомный котел — см. Ядерный реактор.

Ахтерштевень — основное крепление кормы судна, конструкция, жестко связанная с кормовой частью киля.—394

Аэродинамика — наука, изучающая движение газов и твердых тел в газах.— 430, 511

Б

Бак (на кораблях) — передняя повышенная часть верхней палубы судна.—394

Батарея — соединение однотипных сооружений, устройств или приборов для получения увеличенной мощности, емкости или производительности.—113

Батискаф — глубоководный самоходный снаряд для исследований в морях и океанах.— 474

Батисфера — стальная камера для глубоководных исследований.— 474

Белл, Александр Грейам(1847—1922) — американский изобретатель, один из создателей телефона.—28,512

Бенардос, Николай Николаевич (1842—1905) — русский инженер, один из изобретателей дуговой сварки металлов.—257

Бензин — горючее, смесь жидких легко кипящих углеводородов.—287

Бескомпрессорные воздушно-реактивные двигатели — двигатели, в которых сжатие воздуха для сжигания топлива производится без компрессоров.—438

Бессемер, Генри (1813—1898) — английский изобретатель. Разработал способ передела жидкого чугуна в сталь продувкой воздухом в специальном агрегате — конвертере.—26, 214

Бетатрон — вихревой ускоритель электронов.—276

Бетон — строительный материал из смеси вяжущих веществ, заполнителей (песка, гравия, щебня) и воды.—316

Бимс — поперечная балка набора судна.—394

Блокировка железнодорожная— система устройств для регулирования следования поездов по одному пути.—390

Блюминг – крупный обжимной стан для прокатки тяжелых стальных слитков (6—10 *m*).—219

Блюмы — заготовки квадратного сечения, полученные после прокатки на блюминге.—220

Бронза — сплав меди с оловом и другими металлами.—23, 230

Буксир — судно, предназначенное для тяги несамоходных или временно лишенных самоходности судов, плотов, плавучих доков и т. д.—398

Бульдозер — гусеничный трактор, оборудованный отвалом для перемещения грунта.—206, 326

Бункер — хранилище сыпучих материалов.—214

Бурение — совокупность работ по прокладыванию в земной коре буровых скважин для разведки или добычи полезных ископаемых.—187

Бутлеров, Александр Михайлович (1828—1886) — русский химик, создатель теории химического строения в органической химии.—26

Бызов, Борис Васильевич (1880—1934) — советский химик, специалист по химии каучука и резины.—302

Бык (в технике)— промежуточная опора моста.—335, 381

В

Вакуум-аппараты — аппараты, в которых все процессы осуществляются при давлении ниже атмосферного.—356, 363, 367

Венец лопаточный — ряд лопаток паровой или газовой турбины.—90

Вентиль — приспособление для включения, выключения и регулирования движения пара, газа, воды в трубопроводе или тока в электрической цепи.—154, 456

Верстатка — металлическая коробочка для укладки строк ручного набора в типографии.—494

Вертолет — летательный аппарат без крыльев, поднимающийся и летающий с помощью одного или нескольких воздушных винтов.—327

Взаимозаменяемость — свойство однотипных деталей механизмов и машин, дающее возможность их взаимной замены при сборке или ремонте.—58

Вибратор — механизм для создания необходимой при некоторых процессах вибрации.—318

Визир — прибор, измеряющий отклонения самолета от заданного направления под влиянием ветра.—432

Винипласт — твердый, упругий материал с высокой тепло- и химической стойкостью.—297, 323

Водоизмещение — объем воды, вытесняемой судном.—394

Воздушно-реактивные двигатели — реактивные двигатели, использующие для сгорания топлива кислород атмосферы.—436

Волнолом — вал, ограждающий от волн водное пространство порта.—407

Волокна химические — группа волокнистых материалов, преимущественно текстильного назначения, получаемых из природных и синтетических полимеров.—307, 308, 309

Вулканизация — процесс взаимодействия каучука с серой или другими химическими агентами, превращающий каучук в резину.—290

Выпор — вертикальный канал для отвода из литейной формы газов и контроля заполнения ее металлом.—234

Выпрямитель — преобразователь переменного тока в постоянный.—154

Вытягивание (в прядильном производстве) — процесс утончения пряжи на вытяжном аппарате — одной из частей прядильной машины.—341

Г

Газгольдер — хранилище газа.—191

Газификация — превращение твердого топлива в газообразное.—189

Газовая турбина — турбина, работающая на продуктах сгорания топлива или на горючих газах.—90

Газопровод — сооружение для транспортировки газов по трубам.—190

Газотрон — электронный прибор для выпрямления переменного тока: двухэлектродная лампа, заполненная газом или ртутными парами.—154

Газотурбовоз — локомотив с газотурбинной установкой.—91, 387

Гальванопластика — электролитическое осаждение металлического слоя на поверхности предмета для воспроизведения его формы.—509

Гастроскоп — медицинский прибор: металлическая трубка с оптической системой, вводимая через рот и пищевод для осмотра полости желудка.—476

Геликоптер — см. Вертолет.

Генератор электрический — машина для превращения механической энергии в электрическую.—93

Геотермальная электростанция — комплекс сооружений для превращения энергии горячей подземной воды в электрическую энергию.—115

Гептод—семиэлектродная электронная лампа.—153

Герон Александрийский (I в. н. э.) — древнегреческий ученый, живший и работавший в Александрии.—122

Гидравлическая турбина— двигатель, преобразующий энергию падающей воды в энергию вращающегося вала.—94, 100

Гидрометаллургия — извлечение металлов из руд, растворенных кислотами или щелочами, методом гидролиза, электролиза и т. д.—228

Гидромонитор — устройство, дающее сильную струю воды, которой размывают грунт, горную породу, руду и т. д.—193, 334

Гидроэлектростанция (ГЭС) — совокупность устройств, предназначенных для превращения энергии водных источников в электрическую энергию.— 82, 100

Гирокомпас — механический компас, широко применяющийся на современных судах и самолетах (см. Гироскоп).—410

Гироскоп — волчок, тяжелое тело, быстро вращающееся вокруг своей оси симметрии; стремится сохранить неизменное положение оси вращения.—129

Глиссер — судно, способное на быстром ходу скользить по воде с небольшой осадкой.—503

Глушитель — устройство для снижения шума машин.—415

Горн — 1) кузнечный очаг для накаливания металлических заготовок; 2) нижняя часть шахтной печи, где сжигается топливо и собираются расплавленные материалы.—213

Горный комбайн — машина, производящая все основные операции по добыванию и погрузке угля.—193

ГОСТ— Государственный общесоюзный стандарт.— 57, 68

Гребной винт — судовой движитель, имеющий лопасти с винтовыми рабочими поверхностями.—394

Грейфер — грузозахватное устройство грузоподъемной машины.—192

Гудрон — неиспаряющиеся отходы перегонки нефти.—287

Диод — электронный, ионный или полупроводниковый прибор с двумя электродами.—117, 150

Дифференциал автомобиля — механизм, позволяющий ведущим колесам автомобиля вращаться с разной скоростью.—415

Док — сооружение для постройки или ремонта судна.—408

Доливо-Добровольский, Михаил Осипович (1862—1919) — русский ученый, создатель техники трехфазного тока.—28, 93, 513

Долото — буровой инструмент для ударного и вращательного бурения скважин.—187

Доменная печь, или домна — шахтная печь для выплавки чугуна из железной руды.—213

Допуск — допускаемые при изготовлении детали отклонения от заданных размеров.— 58, 67

Драга — плавучее землечерпательное сооружение, применяемое для разработки россыпных месторождений золота, платины, олова, алмазов и других полезных ископаемых.—202, 399

Драглайн — канатно-скребковый экскаватор.—325

Дрифтер — рыболовное деревянное парусно-моторное судно.—396

Думпкар — железнодорожный полувагон с опрокидывающимся кузовом для перевозки угля, руды и т. д.—195

Дюралюминий—сплав алюминия с медью и небольшими количествами марганца, магния, кремния и др.—230, 322

Д

Датчик — устройство, воспринимающее изменение какой-либо величины.—127, 274

Двигатель — преобразователь энергии какого-либо вида в механическую.—25, 43, 86

Двигатель внутреннего сгорания— тепловой поршневой двигатель, в котором топливо сжигается внутри рабочего цилиндра.—26, 46, 88, 415

Движитель — устройство, преобразующее работу двигателя в силу тяги, необходимую для движения машины (например, винт самолета, ведущее колесо автомобиля и т. д.).—394

Двухтактный двигатель — двигатель внутреннего сгорания, у которого рабочий процесс совершается за два хода поршня.—89

Дейтерий — изотоп водорода; применяется как замедлитель нейтронов в атомных реакторах и как термоядерное горючее.—119

Демодулятор — устройство для выделения тока низкой (например, звуковой) частоты из высокочастотного модулированного тока.—146, 158, 168

Детандер — машина для охлаждения газа.—373

Детектор — см. Демодулятор.

Дефектоскопия — методы, применяемые для обнаружения внутренних и поверхностных пороков в изделиях.—275

Дефибрер — машина для измельчения дерева в волокнистую массу.—490

Диафрагмы паровой турбины — перегородки, разделяющие цилиндр турбины на отдельные камеры — различные ступени давления.—90

Дизель, Рудольф (1858—1913).—26, 514

Дизельный двигатель — двигатель внутреннего сгорания, в котором топливо воспламеняется от высокой температуры, возникающей при сильном сжатии.— 26, 46, 89, 386, 514

Ж

Железобетон — конструктивное соединение бетона и стальной арматуры.—316, 445

Жидкостные реактивные двигатели — ракетно-реактивные двигатели, работающие на жидком горючем и окислителе.—439

Жуковский, Николай Егорович (1847—1921).—510

З

Забой — 1) место в руднике, где производится отбойка полезного ископаемого; 2) дно буровой скважины.—192

Закалка — процесс нагрева металла до определенной температуры с последующим быстрым охлаждением; при этом резко повышается твердость и прочность металла.—268

Запоминающее устройство — устройство для хранения информации, представленной в виде условных знаков — кодов.—457

Зеебек, Томас Иоганн (1770—1831) — немецкий физик. Открыл явление термоэлектричества.—117

Землесосный снаряд — установка для разрыхления, подъема и перемещения разжиженного грунта.— 195, 207, 398

Землечерпалка — установка для углубления речного или морского дна.—398

Золотник — механизм для изменения направления и расхода потока жидкости, пара или газа.—87

Зубчатые колеса (шестерни)— колеса для передачи вращательного движения от одного вала к другому зацеплением зубьев.—47

И

Изложница — металлическая форма для отливки металла в виде слитков.—218

Иконоскоп — электроннолучевая трубка, предназначенная для передачи изображений в телевидении.—172

Импульс электрический — кратковременный скачок тока или напряжения в электрической цепи.—144

Ингибиторы — вещества, тормозящие химические процессы.—266

Индукционная печь — электрическая плавильная печь, использующая тепло, выделяющееся при прохождении индуктированного тока через расплавленный металл.—218

Интерферометр — оптический прибор для измерения размеров и исследования ряда физических явлений.—271

Иоффе, Абрам Федорович (1880—1960)— советский физик. Основные труды — по квантовой теории света, физике твердого тела, диэлектрикам и полупроводникам.—117, 181

Искажение импульса — изменение импульсного сигнала при прохождении его через электрическую цепь.—147

Искатель телефонный — электрический переключатель абонентов автоматической телефонной станции.—162

К

Кабель — один или несколько изолированных друг от друга проводников, заключенных в защитную оболочку. Используется для подземной или подводной линии связи и для передачи электроэнергии.—159, 162

Каландр — машина, состоящая из системы валов, между которыми пропускают материал для придания ему гладкости.—345

Калибр — бесшкальный измерительный инструмент для контроля размеров и формы изделий.—271

Кантователь — механизм для поворота проката (а также различных грузов) вокруг его продольной оси.—220

Капелюшников, Матвей Алкунович (1886—1959)— советский специалист в области добычи и переработки нефти. Предложил турбинный способ бурения нефтяных скважин.—188

Капрон — синтетическое волокно высокой прочности и стойкости.—294, 308

Карбюратор — прибор для приготовления из горючего и воздуха горючей смеси.—88, 415

Карбюраторный двигатель — двигатель внутреннего сгорания, у которого горючая смесь, поступающая в цилиндры, приготавливается в карбюраторе и зажигается от искры.—88, 415

Карданная передача — механизм, передающий вращение между валами, оси которых не лежат на одной прямой и могут иметь относительное перемещение.—46, 415, 416

Картер — металлический корпус, в котором расположены работающие механизмы двигателя.—419

Карусельно-токарный станок — металлорежущий станок с вертикальной осью шпинделя и вращением обрабатываемых деталей (обычно больших диаметров) в горизонтальной плоскости.—248

Карьер — горная выработка для добывания полезных ископаемых открытым способом, непосредственно с земной поверхности.—191, 194

Катушка индуктивности — свернутый в спираль проводник, запасающий магнитную энергию в своем магнитном поле. Она часто имеет магнитный сердечник.—156

Каупер, или воздухоподогреватель — аппарат для подогрева воздуха, вдуваемого в доменную печь.—212

Каучук натуральный — эластичный материал; изготовляется из млечного сока (латекса) каучуконосных растений.—300

Каучук синтетический — искусственный каучук, производится из различных ненасыщенных углеводородов.—289, 300, 516

Квантовый генератор — см. Лазер и Молекулярный генератор.

Квантовый усилитель — устройство, в котором электромагнитная волна, проходя через вещество, увеличивает свою энергию за счет энергии атомов этого вещества.—178

Кенотрон — двухэлектродная электронная лампа, применяемая для выпрямления переменного тока.—153

Кератин — белковое вещество, главная составная часть шерсти.—337

Керосин—один из продуктов перегонки нефти.—287

Кибальчич, Николай Иванович (1854—1881).—512

Киль — 1) основная часть судового набора — продольный брус, проходящий по всей длине судна в середине его днища; 2) часть хвостового оперения самолета.—394, 422

Кильсон — см. Стрингер.

Кимберлит — магматическая горная порода, содержащая алмазы.—204

Кинескоп — электроннолучевая трубка, применяемая в телевидении и служащая для воспроизведения сигнала, поступающего от передатчика.—173

Клише — печатная форма с рельефным изображением иллюстраций.—495, 496

Кобальтовая пушка — прибор для облучения радиоактивным кобальтом.—480

Ковка — способ обработки металла при помощи ударов молота или нажимов пресса.—236

Код — система условных обозначений.—159

Кокиль — разборная металлическая литейная форма.—232, 234

Кокс — твердая пористая углеродистая масса, полученная в результате сухой перегонки каменного угля (коксования).—212

Коксовая печь, или коксовая батарея — устройство для выжигания кокса.—212, 286

Коксовый пирог — сплошной массив кокса, образовавшийся в коксовой печи.—212

Колебательный контур — электрическая цепь, которая состоит из конденсатора и катушки индуктивности.—157, 168

Коленчатый вал — вал, имеющий одну или несколько пар кривошипов. Применяется для преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение вала (или обратно).—87

Коллектор — часть якоря электрических машин, состоящая из изолированных друг от друга медных пластин, соединенных с отдельными частями обмотки якоря.—92

Колошник — верхняя часть шахтных печей, а также засыпанное отверстие, куда загружают все материалы, необходимые для доменного процесса.—213

Коммутатор (в телефонии)— устройство для соединения(вручную)телефонных линий для разговоров.—162

Компас — прибор для ориентировки на земной и водной поверхности во время полета самолета и т.д.—409

Компрессор — машина для сжатия газов.—90, 370

Конвертер — грушевидная печь, в которую заливается жидкий чугун при переделе чугуна в сталь бессемеровским способом.—26, 214

Конвертоплан — летательный аппарат, взлетающий и приземляющийся как вертолет и летающий как самолет.—38, 429

Конденсатор — 1) прибор для накопления электричества, состоит из нескольких металлических пластин,отделенных друг от друга изолятором; 2) устройство, в котором отработанный пар охлаждается и превращается в воду.—97, 156, 370

Контактная сварка — электросварка, при которой используется теплота, выделяющаяся в месте соприкосновения свариваемых изделий при прохождении через них электрического тока.—260

Контейнер —ящик для перевозки партий грузов.—378

Кооперирование (в промышленности) — производственные связи ряда предприятий, совместно изготовляющих определенный продукт, но сохраняющих свою хозяйственную самостоятельность.—34

Копер —1) механический станок для забивки свай или шпунта в грунт; 2) устанавливаемая над устьем шахты конструкция для подъема и спуска грузов.—326

Коробка передач (коробка скоростей) — механизм для изменения скоростей и направления движения, а также тягового усилия.—48, 416

Котельная установка — комплекс установок для получения пара.—94

Краска противопригарная — особая смесь, которой покрывают поверхности литейных форм и стержней для предотвращения пригара земли к металлу.—232

Крейсер — быстроходный военный корабль, предназначенный для активных боевых действий.—398

Крекинг-процесс — разложение нефтепродуктов, часто с применением высокого давления и в присутствии катализатора.—288

Крепь—конструкция для крепления горных пород: стойка, рама, свод и др.—192

Критические точки — температуры и давления, при которых происходит переход вещества из одного агрегатного состояния в другое, а также температуры и давления, при которых вещество, находящееся в твердом состоянии, претерпевает различные внутренние превращения.—237, 509

Кронциркуль — инструмент для измерения наружных и внутренних размеров.—269

Крылов, Алексей Николаевич (1863—1945).—515

Ктезибий (ок. II—I вв. до н. э.) — древнегреческий механик; жил в Александрии.—121

Кулачковая муфта — муфта сцепления, которое осуществляется посредством кулачков.—416

Кулибин, Иван Петрович (1735—1818).—122, 506

Курчатов, Игорь Васильевич (1902—1960)— советский физик. Основные работы относятся к проблеме использования внутриатомной энергии.—104

Л

Лавсан — синтетическое волокно. Обладает высокими механическими свойствами, теплостойкостью, низким влагопоглощением.—308

Лаг — мореходный инструмент, измеряющий скорость судна или пройденное им расстояние.—409

Лазер — генератор очень концентрированного светового пучка.—178, 466

Лайнер — крупное морское (океанское) пассажирское судно. Воздушный **лайнер** — крупный пассажирский самолет.—38, 396, 422

Лампа бегущей волны—электронная лампа, применяемая как усилитель при сверхвысоких частотах.—153

Латекс — клеточный млечный сок каучуконосных растений.—300

Латунь — сплав меди с цинком.—230

Лебедев, Сергей Васильевич (1874—1934).—302,515

Лебедка — грузоподъемная машина.—205, 327

Леблан, Никола́ (1742 или 1755—1806) — французский химик и инженер. Разработал первый промышленный способ получения соды из поваренной соли.—282

Легированная сталь — сталь, в состав которой введены так называемые легирующие элементы — хром, никель, ванадий и др., добавка которых улучшает свойства стали.—217

Ледокол — судно, предназначенное для плавания и проводки других судов во льдах.—398

Лемех — рабочая часть плуга, служащая для подрезания пласта земли.—44

Ленточные машины — прядильные машины, служащие для получения параллельного расположения волокон прядильных материалов.—341

Ленуар, Жак Этьен (1822—1900) — французский инженер, один из изобретателей двигателя внутреннего сгорания.—26

Ленц, Эмилий Христианович (1804—1865) — русский физик. Установил правило, определяющее направление индуктированных токов (правило Ленца), экспериментально обосновал закон теплового действия тока (закон Джоуля — Ленца).—509

Леонардо да Винчи (1452—1519).—505

Летки — отверстия в плавильных, доменных и других печах для выпуска металла и шлака.—213

Линкор (линейный корабль) — военный корабль крупного водоизмещения, преимущественно с артиллерийским и ракетным вооружением и мощной броней.—398

Линотип — наборная машина, в которой набор отливается целыми строками.—493

Литейная форма — форма, заливаемая жидким металлом для получения отливки.—232

Литера —металлический брусочек, на верхнем торце которого находится рельефное изображение буквы или знака.—493

Литниковый ход — канал, подводящий расплавленный металл в литейную форму.—234

Лоботокарный станок — металлорежущий токарный станок для обработки деталей большого диаметра, но малой длины.—248

Лодыгин, Александр Николаевич (1847—1923).—28, 511

Лонжерон — несущая продольная балка в крыле или фюзеляже самолета.—422

Лубяные волокна — волокна, добываемые из стеблей и листьев растений.—338

Люминофоры — вещества, которые светятся при возбуждении различными способами.—278

М

Магнетрон — электронная лампа, в которой поток электронов управляется магнитным полем.—153

Мазер — см. Молекулярный генератор.

Манипулятор — машина для перемещения больших поковок под молотом или прессом.—242

Мартен, Пьер (1824—1915) — французский металлург. Предложил новый способ получения стали (мартеновский).—215

Мартеновская печь — печь, в которой получаются различные сорта литой стали путем переработки чугуна, стального, железного и чугунного лома.—215

Матрица — 1) нижняя часть штампа, имеющая углубление (или сквозное отверстие), соответствующее по форме обрабатываемой детали; 2) углубленная форма для отливки шрифтов ручного набора, для механизированного набора в наборных машинах, а также углубленная копия наборной формы, служащая для изготовления стереотипов, необходимых для печатания повторных изданий или больших тиражей.—241, 497

Маховик — массивное колесо, связанное с вращающимся валом двигателя и обеспечивающее равномерность хода.—87

Мембрана — тонкая пластинка. Применяется во всех звукопередающих и звуковоспринимающих аппаратах (телефон, микрофон) для преобразования электрических или механических колебаний в звуковые и наоборот.—161

Менделеев, Дмитрий Иванович (1834—1907)—русский ученый. Открыл периодический закон химических элементов. Осуществил важные исследования в самых различных областях науки и техники.—26, 189, 287

Металлокерамика — см. Порошковая металлургия.

Металломинералокерамика — способ порошковой металлургии, когда детали делают из порошков, приготовленных на основе металлов и минералов.—245

Метеорологическая ракета— ракета, предназначенная для исследования верхних слоев атмосферы.—469

Механизация — полная или частичная замена физического труда человека работой машин, механизмов и приспособлений с целью повышения производительности и улучшения условий труда.—37

Микрометр — инструмент с микрометрическим винтом для измерения линейных размеров.—269

Микрофон — прибор, превращающий звуковые колебания в электрические.—161

Миксер — сосуд для накопления жидкого чугуна, его смешения и частичного удаления вредных примесей.—216

Минеральные удобрения — удобрения, содержащие необходимые для питания растений минеральные вещества.—285

Миниметр — рычажный стрелочный прибор для измерения линейных размеров калибров, деталей машин и др.—270

Модель —1) образец соответствующего промышленного изделия, аппарата или сооружения; 2) металлическая, деревянная или изготовленная из другого материала копия отливки.—232

Модсли, Генри (1771—1831) — английский конструктор и изобретатель в области станкостроения.—25

Модуляция — изменение электрических колебаний высокой частоты под воздействием колебаний другой, более низкой частоты. Наиболее употребительна модуляция изменением амплитуды (амплитудная), применяется также и модуляция изменением частоты (частотная).—145, 163

Мол — портовое сооружение в виде выдающейся в море стенки.—407

Молекулярный генератор — прибор для генерирования электромагнитных колебаний сверхвысокой частоты.—178

Молот — машина для обработки металлов ударами.—236

Морзе, Самюэл (1791—1872) — американский изобретатель. Создал самозаписывающий электромагнитный телеграфный аппарат и телеграфную азбуку.—28

Мотальная машина — машина для перемотки пряжи, поступающей с прядильных фабрик в ткацко-отделочное производство.—341

Мульда — металлическая коробка для загрузки сырья в мартеновскую печь.—216

Муфта — устройство для соединения валов между собой.—47, 416

Н

Набивные ткани — ткани с печатным узором.—344

Набор судна — остов судна, состоящий из каркаса, обшивки и настилов.—394

Навигация — наука, позволяющая определять место и прокладывать курс корабля, самолета.—409, 429

Навой — катушка больших размеров для нитей основы.—341

Надстройка (в судостроении)—части корпуса судна, находящиеся выше верхней непрерывной палубы.—394

Наковальня — металлическая опора, на которую кладут заготовку при ковке.—236, 238

Нартов, Андрей Константинович (1680 или 1694—1756) — русский механик, изобретатель суппорта токарного станка.—25, 122

Начертательная геометрия — наука, изучающая способы изображения пространственных тел на плоскости.—65

Нитрон — синтетическое волокно, из которого изготовляют различные технические изделия и плательные ткани.—309

Нихром — сплав никеля с хромом.—230

Нониус — вспомогательная шкала измерительных инструментов, повышающая точность измерения по основной шкале.—269

Нормализация — установление производственными предприятиями единых норм и требований к типам вырабатываемых деталей.—57

Ньюкомен, Томас (1663—1729) — английский изобретатель. Создал паровую установку для откачки воды из рудника.—25

О

Обдувка детали дробью — обработка поверхности металлических деталей и заготовок с помощью струи чугунной или стальной дроби.—267

Обкатка — процесс приработки сопряженных поверхностей деталей машин. Уменьшает интенсивность изнашивания деталей.—267

Обогащение полезных ископаемых — совокупность операций по обработке руд металлов, угля с целью удаления пустой породы и разделения минералов.—200, 201

Обратная связь — связь между исполнительным и управляющим органами устройства, при которой управляющий орган получает информацию о положении (состоянии) исполнительного органа и на основании этой информации вырабатывает дальнейшие команды управления.—125

Объектив — часть оптического прибора.—481

Одограф — электронавигационный прибор. Автоматически прочерчивает на карте путь, пройденный кораблем.—410

Опалубка—система деревянных или металлических щитов, составляющих форму, которую заполняют бетонной смесью на время затвердевания бетона.—317

Опока — ящик без дна и верха для изготовления литейной формы.—232

Оптиметр — оптический прибор для измерения размеров.—271

Оптический индикатор настройки — комбинированная электронная лампа; применяется в радиоприемниках для точной зрительной (бесшумной) настройки на желаемую радиопередающую станцию.—153

Ортогональная, или прямоугольная проекция — проекция, получающаяся в результате проведения через все точки фигуры параллельных линий под прямым углом к плоскости проекций до пересечения с ней.—64

Основа — система нитей на ткацком станке, идущая вдоль него и составляющая продольные нити в готовой ткани.—341

Остойчивость судна — способность судна сопротивляться крену и вновь принимать после крена вертикальное положение.—394

Осциллограф — электрический прибор для исследований различных процессов (природы, производства и т. д.).—476

Отливка — изделие, полученное литьем.—231

Отсек на судне — замкнутое пространство, отделенное водонепроницаемыми переборками.—394

П

Пайка — соединение металлических частей посредством расплавленного металла или сплава (припоя).—256

Палуба — горизонтальное перекрытие корпуса судна, служащее соответственно полом или потолком для судовых помещений.—394

Панель — крупный элемент стены или перекрытия здания сборной конструкции.—318

Пантограф (у электровоза) — устройство для съемки тока с привода.—384

Папен, Дени (1647—1714) — французский физик, один из изобретателей парового двигателя.—25

Паровая машина — тепловой двигатель, преобразующий энергию пара в механическую.—25, 87, 507

Паровая турбина — см. Турбина.

Пароперегреватель — часть котельной установки, служащая для превращения насыщенного водяного пара в перегретый пар.—96

Парсонс, Чарлз Алджернон (1854—1931)—английский инженер, сконструировавший многоступенчатую паровую реактивную турбину.—26

Пастеризация — нагревание пищевых продуктов до температуры, при которой гибнут микроорганизмы, но сохраняются витамины, а также вкусовые и другие полезные свойства.—354

Патон, Евгений Оскарович (1870—1953).—257, 515

Патрон — приспособление к металлорежущему станку для укрепления инструмента или обрабатываемого предмета.—248

Пеленг — угол между направлением компасной стрелки и направлением, по которому виден данный предмет, лучше всего слышен звук или радиосигналы, производимые этим предметом.—432

Пенопласты — искусственные пластические материалы с ячеистой структурой.—296

Пеностекло — стекло ячеистой структуры. Обладает прочностью и высокими изоляционными свойствами.—319

Пентод — электронная лампа с пятью электродами.—151

Перегонка — метод очистки жидкостей от примесей нагреванием их до кипения и последующим конденсированием образующихся паров.—287

Передаточное число — отношение числа оборотов ведущего вала к числу оборотов ведомого вала.—47

Перфорированная карта в электронно-счетных устройствах — носитель информации в виде карточки; информация на нее наносится в виде отверстий, расположенных в соответствующих местах.—454

Перфорированная лента — бумажная лента, на которой сигналы записывают в виде специальных отверстий в соответствии с кодом.—161

Печатная машина — машина для многократного получения оттисков с печатных форм.—344, 496

Пиролиз — распад вещества при высокой температуре с одновременным образованием из продуктов распада новых сложных соединений.—288

Пирометаллургия — способы получения и очистки металлов в металлургических печах при высоких температурах.—226

Пирс — сооружение, выступающее в море под углом к линии берега. Служит для стоянки и разгрузки судов в порту.—407

Плавучесть судна — способность судна плавать на воде в требуемом положении, неся на себе грузы и имея при этом заданную осадку.—393

Пластификаторы — вещества, способные повышать пластичность материалов.—290

Пластмассы — синтетические высокомолекулярные органические вещества.— 289, 322, 445

Плиты измерительные, или «концевые меры длины» — стальные бруски с плоскопараллельными отшлифованными сторонами. Каждая плитка имеет определенный размер и может служить эталоном длины.—269

Плоскость проекции — плоскость, на которой тем или иным способом изображается пространственное тело.—64

Под — дно печи для плавления или накаливания металла.—237

Подшипник — опора валов и вращающихся осей.—50

Поковка — обработанное ковкой или штамповкой изделие.—238

Ползунов, Иван Иванович (1728—1766).—25, 126, 506

Поликонденсация — метод синтеза высокомолекулярных соединений, при котором наряду с образованием полимера происходит выделение некоторых простых соединений (воды, аммиака и др.).—290

Полимербетон — бетон, в котором вместо цемента применены особые пластмассовые клеи.—322

Полимерные пленки — тонколистовые гибкие материалы синтетического происхождения.—296

Полимеры — высокомолекулярные органические соединения, молекулы которых состоят из многочисленных повторяющихся элементарных звеньев. Полимерами называют также и технические материалы, получаемые на их основе (пластмассы, волокна, каучуки, пленки и т. д.).—289

Полипропилен — полимер. Применяется для антикоррозионных покрытий труб и т. п.—293

Полистирол — пластический материал с высокими электроизоляционными свойствами.—292

Полиэтилен — полупрозрачный, химически инертный, малопластичный материал с высокими электроизоляционными свойствами.—293, 322

Полотняное переплетение — порядок перекрещивания нитей основы и утка в ткани, при котором они попеременно перекрывают друг друга. Места перекрещивания располагаются на поверхности ткани в шахматном порядке.—342

Полуавтомат — машина, самостоятельно совершающая один рабочий цикл и требующая вмешательства человека для его повторения.—124

Полукоксование — сухая перегонка, т. е. прокаливание без доступа воздуха, угля, торфа, сланцев при температуре не выше 600°.—286

Полуоси — валы, служащие для передачи вращающегося момента непосредственно к ведущим колесам автомобиля или трактора.—415

Полупроводники — вещества, обладающие электронной электропроводимостью и по ее величине занимающие промежуточное место между металлами и изоляторами; находят широкое применение в технике.—179

Попов, Александр Степанович (1859—1906).—28, 165, 514

Пенопласты — пластические материалы с открытопористой структурой.—296

Пороховой реактивный двигатель — ракетно-реактивный двигатель, работающий на твердом топливе — различных видах пороха.—439

Порошковая металлургия — способ получения особо твердых и тугоплавких изделий путем спекания под давлением металлических порошков.—242

Порт — совокупность сооружений и устройств для стоянки, погрузки и выгрузки судов.—406

Поточное производство — тип производства, характеризуемый параллельным выполнением всех операций данного производственного процесса и непрерывным последовательным движением изделия через рабочие места.—345

Предварительно напряженный железобетон — железобетон, в котором созданы взаимно уравновешенные усилия растяжения в арматуре и сжатия в бетоне.—320

Пресс-форма — металлическая форма для литья под давлением.—235, 293, 350

Привод — устройство, служащее для передачи движения, главным образом от двигателя к рабочим машинам.—46, 47

Приливо-отливная электростанция (ПЭС) — комплекс сооружений для превращения энергии морских приливов и отливов в электрическую энергию.—113

Проекция — способ изображения пространственных тел на плоскости.—64

Прокатный стан— машина для обработки металлов давлением с помощью вращающихся валков.—210

Прядение — процесс получения волокон непрерывной нити (пряжи) определенной толщины.—339

Пряжа — нить, состоящая из равномерно и параллельно расположенных и совместно скрученных волокон.—337, 339

Прямоточные воздушно-реактивные двигатели — бескомпрессорные двигатели, которые для повышения давления воздуха в камере сгорания используют только скоростной напор встречного воздуха.—438

Прянишников, Дмитрий Николаевич (1865—1948)—советский агрохимик и физиолог растений.—281

Пуансон— верхняя часть штампа. В штамповке входит в нижнюю часть, матрицу (см.), и производит необходимую деформацию металла.—241, 293

Пульсирующие воздушно-реактивные двигатели— бескомпрессорные двигатели, в которых воздух и топливо поступают в камеру сгорания не непрерывно, а импульсами.—438

Путевой угол — угол между направлением пути самолета или корабля и меридианом.—431

Р

Рабочий ход — ход поршня во время расширения рабочей смеси в цилиндре двигателя внутреннего сгорания.—88

Радиоастрономия — раздел астрономии, изучающий космические объекты (Солнце, планеты, туманности) анализом излученных или отраженных ими радиоволн.—465

Радиозонд — прибор для измерения давления, температуры и влажности воздуха в атмосфере, о которых он автоматически сигнализирует по радио.—469

Радиолокация — метод обнаружения и установления местонахождения объектов с помощью радиоволн.—175, 410, 432, 469

Радиопеленгатор — (см. Пеленг) прибор для определения местонахождения радиостанции, передающей определенные сигналы.—432

Радиотелескоп — радиоприемное устройство для приема и регистрации радиоизлучения внеземных объектов — Солнца, планет, звезд, галактик, облаков межзвездного газа и т. д.—465

Рант — узкая полоска кожи по краю обуви со швом, соединяющим стельку с подошвой.—350

Растр — 1) (в полиграфической технике) оптический прибор из двух склеенных стекол с вытравленными и зачерненными параллельными линиями, образующими мелкую сетку; 2) (в телевидении) светящееся поле на экране кинескопа, состоящее из горизонтальных строк.—173, 495

Реактивный двигатель — двигатель, сочетающий в себе тепловую машину, преобразующую химическую энергию топлива в кинетическую энергию газовой струи, и движитель, создающий силу тяги за счет реакции отбрасываемой из реактивного сопла массы газа.—436

Револьверный станок — металлорежущий станок токарной группы, имеющий на суппорте револьверную (поворотную) головку для установки и крепления в ее гнездах различных режущих инструментов.—248

Редуктор — механизм, изменяющий скорость вращения при передаче движения от одного вала к другому.—48

Резак (в обувном производстве) — стальной инструмент, с помощью которого на специальных прессах вырубаются детали низа обуви.—349

Резание металлов — механическая обработка металлов снятием стружки для придания изделию заданных конфигураций, размеров и качества поверхности.— 246

Резец — инструмент, применяемый при обработке материалов резанием.—204, 246

Ректификационная колонна — аппарат для разделения смеси жидкостей.—287

Реле — устройство, которое под влиянием различных факторов замыкает или размыкает электрическую цепь.—130

Ременная передача— устройство, передающее вращательное движение при помощи ремня.—47

Ремизка—устройство на ткацком станке, служащее для разделения нитей основы на части и для прокидки челнока через образующийся зев.—44, 341

Рессора — приспособление на различных транспортных средствах и в других устройствах, служащее для смягчения толчков.—418

Рефрижераторное судно — судно, снабженное холодильной установкой для охлаждения трюмов.—371

Розинг, Борис Львович (1869—1933) — советский физик, изобретатель первой электронной системы воспроизведения телевизионного изображения с помощью электроннолучевой трубки.—172

Рольганг — устройство из вращающихся роликов для перемещения штучных грузов.—220

Ротор — вращающаяся часть машины.—44, 93, 100

Роторная автоматическая линия— автоматическая линия с непрерывным синхронным движением инструментов и заготовок. Состоит из рабочих и транспортных роторов.—136

Ртутный выпрямитель — устройство средней и большой мощности для выпрямления переменного тока.—154

Рубероид — кровельный, водонепроницаемый материал из картона, пропитанного специальным составом.—314

Рубидий — химический элемент, металл.—230

Рубка —1) судовая надстройка, не соприкасающаяся с бортами судна; 2) закрытое помещение, находящееся в такой надстройке.—394

Руно — сплошной пласт шерсти, остриженный с овцы.—338

С

Самопрялка — машина, одновременно скручивающая и наматывающая пряжу.—339

Сборное домостроение — строительство домов путем сборки их из элементов, изготовленных на заводах.—328

Сборный железобетон — изготовленные на заводах железобетонные детали сооружений.—317

Сверление — операция обработки резанием для получения отверстий в металле.—246

Севери, Томас (1650—1715) — английский инженер; изобрел паровой насос, который применялся для откачивания воды из шахт.—25

Сейнер — мореходное, парусно-моторное судно, оборудованное для рыбной ловли кошельковым неводом.—396

Секстант — астрономический инструмент для определения местонахождения судна.—409

Сетка управляющая (в электронной лампе) — электрод, чаще всего в виде проволочной спирали, помещенной на пути электронов от катода к аноду.—151

Синхронный двигатель— электродвигатель, ротор которого вращается со скоростью, равной скорости вращения магнитного поля.—111

Скафандр — снаряжение водолаза, полностью ограждающее его от воды.—471

Скважина буровая— глубокая выработка круглого сечения в земной коре, сооружаемая в процессе бурения.—187

Скипы — ящик для груза, снабженный направляющими роликами и подвешенный на канате подъемной установки.—192, 214

Скрепер — землеройно-транспортная машина.—326

Скутер — спортивное судно.—476, 503

Славянов, Николай Гаврилович (1854—1897) — русский изобретатель, один из создателей электрической дуговой сварки.—257

Слябинг — мощный обжимной стан для получения плоских стальных заготовок — слябов, идущих на прокатку листов.—219

Сновальная машина — машина для производства подготовительной операции в ткацком производстве — снования, т. е. перематывания нитей основы с отдельных катушек на общий вал.—341

Соляровое масло — продукт перегонки нефти.—287

Сопло — полая коническая насадка (трубка), служащая для направления вытекающей струи газа, пара или жидкости из пространства большего давления в пространство меньшего давления.—44, 90

Сополимеры — полимеры, цепи которых построены из разнородных звеньев.—291

Сопротивление — 1) (электрическому току) величина, характеризующая данный проводник; 2) устройство из проводников, в котором используется их электрическое сопротивление.—156

Специализация (в промышленности) — обособление отраслей промышленности и предприятий, выпускающих определенную продукцию (см. также Кооперирование в промышленности).—34

Спецификация — список узлов, деталей на чертеже.—68

Спиральная камера (в гидротурбине) — труба для подвода воды.—101

Стабилизатор — горизонтальная часть хвостового оперения, обеспечивающая продольную устойчивость самолета.—422

Сталь — сплав железа с углеродом и другими элементами, в котором содержание углерода составляет от 0,01 до 3%.—23, 210, 230

Станина — основание, несущее отдельные узлы и части машины.—43, 55

Стартстопный буквопечатающий аппарат — современный телеграфный аппарат.—161

Статор — неподвижная часть электрической машины.—44, 92, 100

Стеклопластики — пластические материалы, получаемые на основе синтетических смол и содержащие в качестве наполнителя стеклоткань или стеклянное волокно.—293, 294, 321

Стержень литейный— часть литейной формы, образующая в отливке внутренние полости, сквозные отверстия и т. д.—232

Стерилизация — полное уничтожение микроорганизмов в пищевых продуктах.—356

Стефенсон, Джордж (1781—1848).—26, 508

Стрингер — продольная связь набора судна.—394

Строгание — обработка резанием поверхности при относительном возвратно-поступательном перемещении обрабатываемого изделия и режущего инструмента.—246

Суконная ткань, или сукно — шерстяная или полушерстяная ткань с войлочным настилом.—338

Суперфосфат — искусственное удобрение, в состав которого входит фосфор.—284

Суровая ткань, или суровье— ткань, получаемая на ткацком станке и подлежащая отделке.—344

Т

Табулятор — счетно-записывающая машина.—454

Тагер, Павел Григорьевич (р. 1903) — советский изобретатель в области звукового кино.—484

Танк — закрытый резервуар или отсек на судне для жидкостей или сыпучих тел.—394

Танкер — самоходное наливное судно.—396

Твиндек — междупалубное грузовое помещение, расположенное ниже верхней палубы.—394

Текстолит — слоистый пластический материал, изготовляемый горячим прессованием хлопчатобумажной ткани, пропитанной особой смолой.—293

Телевидение — передача движущихся изображений на расстояние с помощью радиоволн или по специальным кабелям. —171

Телеграфный аппарат — устройство для передачи и приема текста с помощью телеграфной азбуки по проводам или по радио.—160, 512

Телемеханика — наука и техника управления механизмами на расстоянии.—136

Тепловоз — локомотив с двигателем внутреннего сгорания.—386

Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) — электрическая станция, снабжающая потребителей электроэнергией, паром и горячей водой.—98

Терилен — синтетическое волокно; в СССР известно под названием «лавсан» (см.).—308

Термистор — полупроводниковое электрическое сопротивление, обладающее резко выраженной зависимостью от температуры.—182

Термическая (тепловая) **обработка** — совокупность операций, связанных с нагреванием и охлаждением, изменяющая механические свойства металлов и сплавов.—267

Термостат — прибор для выдерживания различных предметов при постоянной температуре.—355

Термоэлектрический генератор — термобатарея вместе с подогревающим ее устройством, служащая источником электрической энергии.—117

Термоэлектронная эмиссия — испускание электронов накаленными телами.—118, 150

Термоэлемент — замкнутая цепь из двух разнородных проводников, в которой возникает ток, если места контактов находятся при различных температурах.—181

Тесла, Никола (1856—1943).—513

Тетрод — четырехэлектродная электронная лампа.—151

Тефлон — высокомолекулярное соединение; обладает исключительной химической стойкостью.—264

Типография — предприятие, где печатаются книги, газеты, журналы, плакаты и т. д.—493

Тиратрон — электронная лампа; триод, наполненный парами ртути или инертным газом.—153, 154

Ткацкий станок—машина для производства тканей путем переплетения основных и уточных нитей.—341

Токарный станок — металлорежущий станок, на котором заготовка получает вращательное движение, а резец— поступательное.—246

Тормоз — механизм, служащий для уменьшения скорости или полной остановки машины.—52

Трактор — тяговая машина на колесном или гусеничном ходу.— 324

Транзистор — полупроводниковый прибор для усиления, преобразования и генерирования электрических колебаний.—154, 459

Трансмиссия — совокупность деталей и механизмов для передачи вращения от двигателя к рабочим машинам.—25

Трансформатор — преобразователь, в частности прибор для повышения или понижения напряжения переменного электрического тока.—103

Траулер — рыболовное судно для ловли рыбы тралом (большой мешкообразной сетью).—396

Трелевочный трактор — гусеничный трактор для вывозки (трелевки) древесных стволов с лесоразработок.—205

Трепальные машины — машины для разрыхления и очищения волокна перед прядением.—340

Трехфазный ток— переменный ток, получающийся от сочетания трех однофазных токов, сдвинутых по фазе один относительно другого на $^1/_3$ периода.—110

Триод — электровакуумный или полупроводниковый прибор с тремя электродами.—151

Трубопровод — непрерывная линия соединенных труб, используемая для подачи жидкостей или газов.—444

Трубчатая установка — непрерывно действующая установка для перегонки нефти.—287

Трюм — внутреннее помещение судна под палубой.—394

Тоннель — искусственно прорытый подземный ход.—379

Турбина — двигатель с вращательным движением, в котором энергия пара, газа или движущейся воды преобразуется в механическую работу.—26, 89, 96

Турбобур — машина для бурения скважины с приводом долота от гидравлической турбины.—188

Турбовентиляторные двигатели — турбореактивные двигатели, имеющие внешний кольцевой канал, по которому течет воздух, сжимаемый вентилятором.—438

Турбовинтовые двигатели — авиационные газовые турбины с воздушным винтом на валу редуктора.—91, 438

Турбодетандер — машина для охлаждения газа путем его расширения с отдачей внешней работы.—373

Турбореактивные двигатели — воздушно-реактивные двигатели, имеющие центробежный или осевой компрессор, приводимый в действие газовой турбиной.—438

Тюбинг — элемент сборного крепления подземных сооружений.—192

У

Уатт, Джеймс (1736—1819).—25, 122, 507

Угольный комбайн — см. Горный комбайн.

Ультразвук —неслышимые человеческим ухом звуковые колебания с частотами свыше 15—20 тыс. *гц*.—251

Уран — химический элемент; радиоактивный металл.—104

Усадка литья — уменьшение объема и линейных размеров остывшей отливки по сравнению с объемом и размерами модели.—232

Усилитель — устройство, увеличивающее передаваемую мощность за счет энергии постороннего источника.—130, 158

Уток — поперечная нить, идущая по ширине ткани и вводимая в нее на ткацком станке с помощью челнока.—341

Утфель — кристаллическая масса, получающаяся при уваривании сахарного сиропа в вакуум-аппаратах.—363

Ф

Фальцовка — сгибание печатных листов так, чтобы страницы их были расположены в соответствии с нумерацией.—497

Фарадей, Майкл (1791—1867) — английский физик, создатель учения об электромагнитном поле.—27

Фарватер — определенный путь для безопасного плавания судов, отмеченный предостерегающими знаками.—404

Фибрион — белковое вещество, важнейшая составная часть шелка.—337

Фильера — деталь машины для получения нитей искусственного и синтетического волокна.—338

Фильтр электрический — устройство, пропускающее из одной части цепи переменного тока в другую лишь определенный диапазон частот.—157

Флотация — способ обогащения полезных ископаемых, основанный на свойстве измельченных частей полезного ископаемого прилипать к пузырькам воздуха и всплывать вместе с ними на поверхность.—203

Флюс — вещество, загружаемое в доменную печь и образующее с различными примесями руды легкоплавкие шлаки, хорошо отделяющиеся от расплавленного металла.—212, 257

Фольга — листы, полосы и ленты металлов толщиной менее 0,1 *мм*.—262

Фонограф — прибор для записи и воспроизведения звука.—512

Формовочная смесь — материал для изготовления литейных форм.—232

Форштевень — вертикальная или наклонная балка набора судна, замыкающая его носовую оконечность.—394

Фосфориты — минеральные образования, состоящие из фосфорнокислого кальция с разными примесями.—285

Фототелеграфирование — передача на расстояние неподвижных изображений при помощи проводной или радиосвязи.—160

Фотоэлемент — прибор, преобразующий световую энергию в электрическую.—180, 274, 484

Фракции — части, на которые разделяется смесь различных веществ, кипящих при разной температуре.—287

Фреза — режущий инструмент с многими лезвиями и вращательными движениями резания.—246

Фрикционная муфта — устройство, применяемое для передачи вращения при посредстве сил трения, развивающихся в самом устройстве.—47

Фультон, Роберт (1765—1815)— американский изобретатель. Построил первый в мире колесный пароход.—25

Фундамент — подземная или подводная часть сооружения, служащая для нее опорой.—313

Фурмы — трубки для вдувания в плавильные печи сжатого воздуха.—213

Фюзеляж — корпус самолета.—421

Х

Хвостовое оперение — система вертикальных и горизонтальных поверхностей, находящихся в задней, хвостовой, части самолета; предназначено для придания ему устойчивости и управляемости.—422

Химизация народного хозяйства— одно из направлений технического прогресса, характеризующееся всемерным развитием химического производства, внедрением химической технологии и новейших химических материалов.—20, 31

Химическая технология— наука и техника процессов, которые ведут к изменению состава, строения и свойств вещества в результате химических реакций.—280

Холодильные машины — машины для производства искусственного холода.—370

Холодильный агент — рабочее вещество, которое при своем кипении отводит в испарителе холодильной машины тепло от окружающей среды.—370

Храповой механизм — механизм, препятствующий относительному движению деталей в одном направлении и допускающий движение в противоположном направлении.—53

Ц

Цандер, Фридрих Артурович (1887—1933).—516

Центрифуга — вращающееся устройство для механического разделения смесей и обезвоживания твердых материалов в поле центробежных сил.—363

Центробежное литье — способ литья, при котором металл заливается в быстро вращающуюся форму. Действующие на металл центробежные силы повышают качество отливок.—236

Центроплан — центральная часть крыла, составляющая одно целое с фюзеляжем.—421

Цепная передача — устройство для передачи вращения между параллельными валами при помощи замкнутой цепи, надетой на снабженные зубьями звездочки.—47

Цинкография — фотомеханический способ изготовления клише.—494

Циолковский, Константин Эдуардович (1857—1935).—403, 439, 440, 513

Ч

Челнок — приспособление для прокидки утка́ между нитями основы при выработке ткани на ткацком станке.—44, 341

Червячная передача — передача вращения посредством особого винта — червяка — и зубчатого колеса.—48, 52

Черепановы, Ефим Алексеевич (1774—1842) **и Мирон Ефимович** (1803—1849).—26, 507

Чернов, Дмитрий Константинович (1839—1921).—237, 509

Чесальные машины — в прядильном производстве машины для отделения волокон друг от друга и распрямления их.—341, 345

Четырехтактный двигатель — двигатель, осуществляющий рабочий процесс за четыре хода поршня (такта).—415, 514

Чугун — сплав железа с углеродом (от 2,5 до 4% углерода).—210

Ш

Шагающий экскаватор — экскаватор, передвижение которого осуществляется поочередной перестановкой его опорных частей.—198, 326

Шасси — 1) (у автомобиля) рама автомобиля со всем его механическим устройством, кроме кузова;

2) (у самолета) посадочные элементы — колеса, устройство для их убирания и др.—418, 422

Шатун — часть кривошипно-шатунного механизма, соединяющая поршень с коленчатым валом двигателя или с кривошипом.—87

Шахта — горное предприятие, ведущее подземную добычу полезного ископаемого.—191, 213

Шестерня — зубчатое колесо.—47

Шиллинг, Павел Львович (1786—1837) — русский ученый, изобретатель электромагнитного телеграфного аппарата.—28

Широкоэкранное и широкоформатное кино — способы съемки и демонстрирования кинофильмов с широким кадром и стереофонической звукопередачей.—485

Шихта — смесь материалов, а во многих случаях и топлива, подлежащая переработке в металлургических, химических и других агрегатах.—212

Шлак — каменистые вещества, побочный продукт при выплавке металлов из руды.—213

Шлакоситалл (или ситалл) — стеклокристаллический материал, полученный путем переработки металлургических шлаков в стекловидную массу.—324

Шлифовальный круг— инструмент, изготовленный из вещества с кристаллическим зернистым или порошкообразным строением.—247

Шлифовальный станок — металлорежущий станок для обработки поверхностей образивным шлифовальным кругом.—247

Шлихта (в ткацком производстве) — клей для проклейки основы.—341

Шлицевое соединение— подвижное или неподвижное соединение при помощи продольных многочисленных выступов (шлицев) на одной и впадинами на другой детали.—53

Шлюз — сооружение для перевода судов с одного уровня воды на другой.—100, 406

Шнек — тип винтового конвейера.—285

Шорин, Александр Федорович (1890—1941) — советский изобретатель. Создал методы и аппаратуру для записи звука на кинопленку.—484

Шпала—деревянный, металлический или железобетонный брус (балка), подкладываемый под рельсы.—382

Шпангоуты — поперечные ребра в силовом наборе судна или фюзеляжа самолета.—394

Шпация — металлический брусок для образования пробелов между словами или буквами при наборе.—493

Шпиндель — вал станка, связанный с приводом и несущий приспособление для зажима обрабатываемого предмета или инструмента.—44, 248

Шпонка — крепежная деталь машин в форме призматического стержня, входящего одновременно в вал машины и в соединяемую с ним деталь.—54

Шпуля — катушка, применяемая в прядении и ткачестве для намотки пряжи.—341

Штамп — металлическая форма или инструмент для изготовления изделий путем штамповки.—238

Штамповка—способ обработки металла с помощью штампов на молотах и прессах.—236

Штангенциркуль — мерительный инструмент.—269

Штих — единица измерения, принятая в обувном производстве.—347

Шток — цилиндрический стержень, жестко соединяющий поршень парового двигателя (или насоса) с ползуном.—87

Штрек — горизонтальная подземная выработка, проведенная по простиранию месторождения полезного ископаемого,— 190, 192

Шухов, Владимир Григорьевич (1853—1939).—512

Щ

Щебень — небольшие угловатые куски камня, получаемые в результате дробления.—382

Щит проходческий — горная машина, применяемая при проведении горных выработок в слабых, неустойчивых и плывучих породах.—381

Э

Эдисон, Томас Алва (1847—1931).—28, 511, 513

Эжектор — насос, действие которого основано на использовании скорости паровой струи.—370

Экономайзер — водо- или воздухоподогреватель в котельной установке.—94

Экскаватор — машина, производящая выемку грунта и его перемещение в отвал.— 43, 195, 198, 199, 324.

Экспонометр — прибор для определения освещенности.—481

Электрификация — перевод хозяйства страны на техническую базу современного крупного производства, связанный с широким внедрением электричества во все отрасли хозяйства.—19

Электрическая печь —электронагревательное устройство.—217

Электробур — машина для бурения глубоких скважин, работающая от электродвигателя, вал которого несет на себе бурильное долото.—188

Электровакуумные приборы — электрические и электронные приборы, из которых удален воздух.—150

Электровоз — локомотив с электрическим двигателем.—112, 384

Электрод —1) проводник, подводящий или отводящий ток в электролите или газе; 2) деталь, подводящая ток к обрабатываемым частям при электросварке или резке.—150

Электродвигатель — машина для преобразования электрической энергии в механическую.—27,44, 92, 513

Электроимпульсная обработка — один из способов электроэрозионной обработки металлов.—253

Электроискровая обработка — один из способов электроэрозионной обработки металлов.—253, 268

Электрокар — грузовая тележка с электродвигателем, работающим от аккумулятора.—113

Электрокардиограф — медицинский аппарат для исследования работы сердца.—476

Электроконтактная обработка — один из способов электроэрозионной обработки металлов.—253

Электролиз — выделение составных частей химических соединений (электролитов) при прохождении через их растворы электрического тока.—112, 227

Электролюминофоры— вещества, которые светятся при пропускании через них электрического тока.—183

Электронная лампа — вакуумный или газонаполненный прибор, применяемый для генерирования, усиления и преобразования электрических колебаний.—150

Электронные вычислительные машины — устройства, предназначенные для решения с помощью электронных схем сложных математических и логических задач. Уже сейчас такие устройства применяются для вычислений, для перевода с одного языка на другой, для обучения и проверки знаний обучающихся, для определения болезни по имеющимся данным, для обработки результатов исследований в самых различных науках — от астрономии до археологии.— 30, 179, 458, 465

Электронный луч— узкий пучок летящих электронов в электровакуумных приборах.—254

Электросварка — способ неподвижного соединения металлов с использованием для нагрева электроэнергии.—257

Электроэрозионная обработка — обработка металлов, основанная на плавлении микроскопических участков поверхности металла импульсивными разрядами электрического тока.—253

Электроэрозия — местное разрушение металлов под действием электрических зарядов.—253

Элероны — части крыла, укрепленные на шарнирах; служат для управления самолетом.—422

Энант — химическое волокно, из которого вырабатывают текстильные изделия.—308

Энергетическая система — объединение отдельных электростанций между собой линиями высокого напряжения. В энергетической системе наилучшим образом разрешаются вопросы равномерной загрузки отдельных станций и бесперебойного снабжения потребителей.—29, 84

Эстакада — надземное сооружение в виде моста, устраиваемое для железной или автомобильной дороги.— 451

Эхолот — прибор для измерения глубин.—409

Ю

Ют — возвышение в кормовой части судна.—394

Я

Яблочков, Павел Николаевич (1847—1894).—27, 118, 510

Ядерный реактор — устройство, в котором осуществляется цепная реакция деления ядер тяжелых элементов.—104, 112

Якоби, Борис Семенович (1801—1874).—27, 509

Якорь электрической машины — часть машины, в обмотках которой при вращении ее относительно магнитного поля возникают электродвижущие силы.—92

Условные обозначения и сокращения

а — ампер
акад.— академик
атм — атмосфера
в., вв.— век, века
в — вольт
вт — ватт
г., гг.— год, годы; город, города
г — грамм
га — гектар
гн — генри
гц — герц
г/см² — граммов на квадратный сантиметр
г/см³ — граммов на кубический сантиметр
др.— другие
кв — киловольт
квт — киловатт
квт.ч — киловатт-час
кг — килограмм
кгц — килогерц
км — километр
км² — квадратный километр
км³ — кубический километр
км/час — километров в час
км/сек — километров в секунду
к. п. д.— коэффициент полезного действия
кэв — килоэлектронвольт
Л.— Ленинград (в библиографическом указателе)
л — литр
л. с.— лошадиная сила
М.— Москва (в библиографическом указателе)
м — метр
м² — квадратный метр
м³ — кубический метр
мг — миллиграмм
Мгц — мегагерц
мк — микрон
млн.— миллион
млрд. — миллиард
мм — миллиметр
мм² — квадратный миллиметр
мм³ — кубический миллиметр
н. э.— нашей эры
о-в, о-ва — остров, острова
об/мин — оборотов в минуту
оз.— озеро, озера
пр.— прочее
п-ов — полуостров
проф.— профессор
р.— река; родился (в указателе)
см — сантиметр
см² — квадратный сантиметр
см³ — кубический сантиметр
см.— смотри
ст.— статья
т — тонна
ТВЧ — токи высокой частоты
тыс.— тысяча
УКВ — ультракороткие волны
ц — центнер
цв. рис.— цветной рисунок
ЧМ — частотная модуляция

Внешнее оформление книги художников
Д. С. Бисти и Ф. Б. Збарского.

Иллюстрации в тексте выполнили художники:
Р. Ж. Авотин, Л. С. Вендров, С. Н. Волков, Б. И. Жутовский, В. М. Иванов, М. Д. Киселевич, В. С. Кобылинский, Ю. А. Макаренко, Б. А. Малышев, Э. Р. Молчанов, А. А. Попов, Б. А. Попов, О. А. Рево, О. М. Туркус, И. Н. Шалито.

■

Старший редактор **А. А. Красновский.**

Редактор **Т. Л. Шимановская.**

Спецредактор **Л. В. Владимиров.**

Контрольный редактор **И. Г. Вирко.**

Старший художественный редактор **С. И. Мартемьянова.**

Макет книги и техническое редактирование
старшего художественного редактора **Н. П. Самохваловой.**

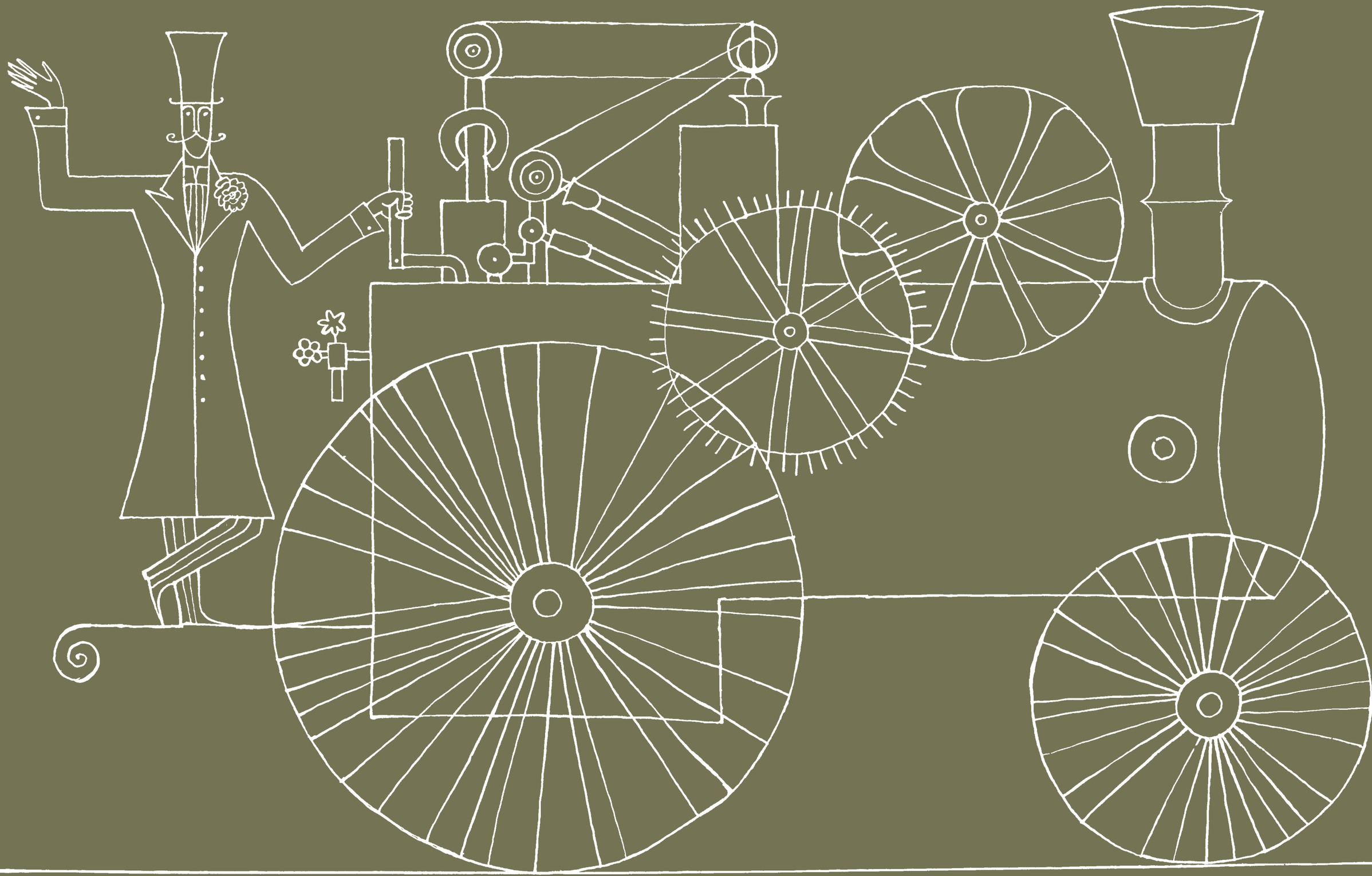
Корректоры **В. С. Антонова, Е. А. Блинова.**

■

Сдано в набор 24/XII 1964 г. Подписано к печати 28/VI 1965 г. Формат 84×108 1/16. Печ. л. 35(58,8) + + вкл. 8,5(14,28). Уч.-изд. л. 62,41+ вкл. 10,89. Тираж 500 000 (1—225 000) экз. Т—05750 Заказ № 3767

Издательство «Просвещение» Государственного комитета Совета Министров РСФСР по печати, редакция Детской энциклопедии.
Адрес редакции: Москва, Хохловский пер., д. 16.

Цена 2 р. 55 к.

Московская типография № 2 Главполиграфпрома Государственного комитета Совета Министров СССР по печати. Москва, проспект Мира, д. 105.

Цветные вклейки отпечатаны в Первой Образцовой типографии им. А. А. Жданова.